



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

PROYECTO DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA HABILIDAD CIENTÍFICA DE ANÁLISIS ALCANZADA CON LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA SOCIOCONSTRUCTIVISTA
DE CRÁTERES LUNARES

AUTOR

DARWIN ESAU GARCÍA RAMÍREZ

DIRECTOR

MSc EDWIN ANDRÉS QUINTERO SALAZAR

2019



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

PROYECTO DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA HABILIDAD CIENTÍFICA DE ANÁLISIS ALCANZADA CON LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA SOCIOCONSTRUCTIVISTA
DE CRÁTERES LUNARES

AUTOR

DARWIN ESAU GARCÍA RAMÍREZ

DIRECTOR

MSc EDWIN ANDRÉS QUINTERO SALAZAR

2019

DEDICATORIA

A mi hija, Victoria García, por ser quien me da fuerzas para continuar.

Mi elección de cada día, Luisa Giraldo, por entenderme, apoyarme y soportar tantas ausencias para lograr este objetivo, para ti todo mi amor.

A mi madre, Noralía Ramírez, por enseñarme hacer las cosas con entrega y que hay que intentarlo hasta que se logre.

A mi Hermana, Francy García, por ser ejemplo, la mujer que más admiro en la vida, y por todo el apoyo que me das, total admiración y amor para ti.

Miguel Ángel, por ser la alegría de la casa y quien nos enseña a pesar de su corta edad.

Cristian Horacio, ese hermano que nunca tuve, hombre de muchos valores cien por ciento humano.

Oscar Jaramillo, por ser un ejemplo en el contexto académico, gracias por mostrarme como se hacen las cosas; por ellos estoy acá.

William Aguirre, mi querido amigo, gracias por tan buenas recomendaciones, gracias por la Amistad.

AGRADECIMIENTOS

Al MSc. Edwin Andrés Quintero, por su dedicación, paciencia, demostrar su profesionalismo y enseñarme con tal dedicación y compromiso; leyó y realizó recomendaciones con el mismo entusiasmo desde la primera entrega hasta la última, un ejemplo a seguir, infinitas gracias.

Al MSc. José Chávez, por demostrar que cada día se pudo mediar para buscar lo mejor para la maestría, y nosotros los estudiantes, anteponiendo la parte humana en cada momento.

Dr. Yhon Acosta, por enseñar con tanta objetividad lo que tiene que ver con la investigación cualitativa, además por realizar recomendaciones al presente trabajo, grandes aportes.

Dra. Victoria Valencia, por brindar tantas herramientas para complementar la estructura de esta investigación.

MSc. Jimmy Cortes, por mostrar la forma como se debe investigar, además por las recomendaciones puntuales que dio al presente trabajo.

Estimados compañeros de clase Aura, Nathalia, Alexander, Felipe, William, Jaime, José Edward, Leidy, Benhur gracias por tan gratos momentos.

Profesores, Walter Serna, Angélica Barros, Gloria Blandon, Rosa Bahena, José Chávez, Jimmy Cortes, Adonái Zapata, Edwin Quintero, Victoria Valencia, Yhon Acosta, Néstor Montoya, Álvaro Cárdenas, Rafael López, Godfrey Herrera, Wilmar Ramos, Santiago Rodríguez, Mauricio García, Eduardo Bravo y Alexander Velásquez. Todos y cada uno de ustedes mostraron una manera diferente de acercar a las personas al conocimiento, gracias los grandes y valiosos aportes.

Colegio Granadino, por apoyar mi proceso profesional y permitir desarrollar la investigación en su contexto

RESUMEN

Desarrollar la competencia de análisis científico en los primeros años de educación brinda la posibilidad a largo plazo de propiciar el avance científico y tecnológico del país, lo cual hace necesario proponer estrategias de enseñanza que fomenten el desarrollo de esta competencia. La astronomía se constituye como una valiosa herramienta para lograr este objetivo dado el alto interés que genera en el público en general, en especial en jóvenes en edad escolar. En este trabajo se propone una metodología para potenciar la competencia de análisis científico alcanzada por los estudiantes a través de la implementación de una estrategia didáctica sobre el fenómeno de los cráteres lunares. La metodología inicia con un grupo de discusión en el que se describen los conceptos científicos relacionados con astronomía presentes en la zona de desarrollo real, para así medir la capacidad de los estudiantes de resolver independientemente un problema. Posteriormente, se aplica la estrategia didáctica desarrollada y se identifica en la zona de desarrollo potencial aspectos modificables con la ayuda de mediadores. Finalmente, mediante un grupo de discusión se infiere la zona de desarrollo próximo, la cual determina la distancia entre el nivel real de desarrollo y el nivel de desarrollo potencial. Para el análisis de la información de corte primario se utiliza análisis de discurso y análisis textual. Implementamos la metodología en estudiantes del colegio Granadino, Villamaría, Caldas, Colombia, en edades de 12 a 14 años, que pertenecían a la electiva de física y astronomía. Al indagar en la zona de desarrollo real sobre fenómenos terrestres causados por acción de la Luna, encontrando que el 53.85% de las respuestas demostraron desconocer la relación, mientras que al analizar la zona de desarrollo potencial encontrando que el 100% de las respuestas estuvieron relacionadas con fenómenos astronómicos. La intervención realizada permitió potenciar la competencia de análisis científico, transformando en términos científicos los términos culturales utilizados inicialmente por los estudiantes para referirse a conceptos astronómicos.

Contenido

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE FIGURAS | 6 |
| CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 8 |
| Planteamiento del problema | 8 |
| Justificación | 10 |
| Estado del arte | 11 |
| Objetivos | 18 |
| CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE DESARROLLO REAL | 20 |
| CAPÍTULO 3: INTERVENCIÓN | 25 |
| CAPÍTULO 4: POST- Validación del instrumento | 32 |
| Primer nivel de análisis..... | 32 |
| Segundo nivel de análisis | 33 |
| Tercer nivel de análisis | 33 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS | 35 |
| DISCUSIÓN..... | 57 |
| CONCLUSIONES | 67 |
| RECOMENDACIONES | 70 |
| Bibliografía | 71 |
| ANEXOS | 75 |
| ANEXO 1. GUÍA DE APLICACIÓN CRÁTERES LUNARES..... | 75 |
| ANEXO2. GRUPO DE DISCUSIÓN | 78 |
| ANEXO 3. OBSERVACIÓN PARTICIPANTE | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Inicio de la aplicación del grupo de discusión. | 21 |
| Fig. 2. Interacción durante el desarrollo del grupo de discusión. | 24 |
| Fig. 3. Diagrama de flujo, fases de la intervención. | 26 |
| Fig. 4. Interacción harina de manera natural | 27 |
| Fig. 5. Modificando la superficie lunar. | 29 |
| Fig. 6. Cráter en superficie lunar compacta. | 29 |
| Fig. 7. Impacto en superficie montañosa. | 30 |
| Fig. 8. Flujograma de validación de los instrumentos de análisis del corpus de información. | 34 |

| | |
|--|----|
| Fig. 9. Categorías de respuestas: Universo (81,08%). Cielo (10,81%). Centros de investigación (8,11%). | 35 |
| Fig. 10. Categorías de respuestas: Elementos astronómicos (81,63%). Instrumentos astronómicos (16,33%). Centros de investigación (2,04%). | 36 |
| Fig. 11. Categorías de respuestas: Características (67,65%). Objetos del sistema solar (23,53%). Objetos del universo (11,76%). | 37 |
| Fig. 12. Categorías de respuestas: Características (91,43%). Fenómenos generados (8,57%). | 38 |
| Fig. 13. Categorías de respuestas: Desconocimiento (53,85%). Fenómenos naturales (46,15%). | 39 |
| Fig. 14. Categorías de respuestas: Características (64,71%). Qué los genera (35,29%). | 40 |
| Fig. 15. Categorías de respuestas: Características (61,11%). Qué los genera (38,89%). | 40 |
| Fig. 16. Categorías de respuestas: Físicas (45,16%). Ópticas (38,71%). Sensación (16,13%). | 41 |
| Fig. 17. Categorías de respuestas: Superficie (51,02%). Ópticas (48,98%). | 42 |
| Fig. 18. Categorías de respuestas: Características de las imágenes sobre la Luna (100%). | 43 |
| Fig. 19. Categorías de respuesta: Universo (61,09%). Investigación (38,10%). | 46 |
| Fig. 20. Categorías de respuesta: Elementos astronómicos (96,00%). Instrumentos(2,00%). Vida en otros lugares del universe (2,00%). | 47 |
| Fig. 21. Categorías de respuesta: Objetos del sistema solar(26,92%). Características generales (23,08%). Características respecto a la Tierra. Objetos del universo (7,69%). | 48 |
| Fig. 22. Categorías de respuesta: Características observadas (100%). | 49 |
| Fig. 23. Categorías de respuesta: Fenómenos Naturales (83,33%). Características (16,67%). | 49 |
| Fig. 24. Categorías de respuesta: Características (34,09%). Causas (34,09%). Lugar de impacto (31,82%). | 50 |
| Fig. 25. Categorías de respuesta: Forma generada (85,19%). Superficie de impacto (14,81%). | 51 |
| Fig. 26. Categorías de respuesta: Lugar de impacto (40,00%). Genera (35,00%). Expulsa (25,00%). | 52 |
| Fig. 27. Categorías de respuesta: Genera (35,29%). Características (35,29%). Afecta otros lugares (29,41%). | 52 |
| Fig. 28. Categorías de respuesta: Factores naturales (83,33%). Factores humanos (16,67%). | 53 |
| Fig. 29. Categorías de respuesta: Características de la superficie (55,32%). Ópticas (40,43%). Generados por (4,26%). | 54 |
| Fig. 30. Categorías de respuesta: Características (71,05%). Generan (15,79%). Asteroides (13,16%). | 55 |
| Fig. 31. Categorías de respuesta: Creación de cráteres (58,00%). Forma del cráter (42,00%). | 55 |
| Fig. 32. Manchas y malformaciones de la Luna. | 65 |
| Fig. 33. La Luna como un planeta. | 65 |
| Fig. 34. Cráter lunar. | 79 |
| Fig. 35. Media Lunar, cráteres. | 79 |
| Fig. 36. Superficie-cráteres. | 80 |

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Planteamiento del problema

La astronomía es una ciencia exacta de la cual se han derivado cantidad de desarrollos que han encontrado aplicación en diversas áreas. Algunos de los casos más relevantes son: la medición con gran exactitud del tiempo (Ibarra, 2008), el sensor de imágenes Charge Coupled Device (CCD) (Howell, 2006), e incluso el impacto económico que el Southern African Large Telescope ha generado en la comunidad cercana gracias al turismo (Fernandes, Pessoa, & Silva, 2014). También, en el campo militar la astronomía ha propiciado desarrollos como el Milstar Satellite Communications System (Budnik, Morley, & Mackenzie, 2004), sistema de satélites que apoya a tropas en campos de guerra. De igual manera, en el campo de las telecomunicaciones, la astronomía ha propiciado el desarrollo de los sistemas Global Position System (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Collins, 2001). En la industria, el manejo de grandes volúmenes de datos se ha optimizado gracias a la utilización de lenguajes de programación como es el caso de Interface Definition Language (Piper & Galloy, 2006), y finalmente en la medicina se encuentran aplicaciones como es el caso de Positron Emission Tomography (De Jong, y otros, 2002), y Computed Tomography, entre otros. En vista del significativo aporte de la ciencia encargada de estudiar el cosmos; en diversos campos de la actividad humana es necesario generar estrategias que permitan continuar con su evolución a partir de su enseñanza a las nuevas generaciones, como es el caso de Universe Awareness (UNAWA, s.f.) cuyo objetivo consiste en enseñar la astronomía a niños alrededor del mundo. Por otra parte en España se evidencian esfuerzos para la creación de asignaturas para la enseñanza de la astronomía (Salvador, Pastrana, Villalba, & others, 2017), Así mismo en Lleida España se desarrolló una propuesta para la enseñanza de la astronomía, con la característica que se enseña en el día, no en la noche. El medio para la enseñanza es de software especializados (Hamaker, 1997). En la misma vía, en la universidad de Salamanca se han desarrollado esfuerzos para entender, como los jóvenes comprenden los fenómenos físicos (Corrochano, Gómez-Goncalves, Sevilla, & Pampín-García, 2017). En América Latina, en Argentina se presenta una propuesta desarrollada en la Universidad Nacional de Rio Negro; donde se estudian los textos de enseñanza utilizados (Galperin, Raviolo, Prieto,

& Señorans, 2014). Por su parte en Colombia, se han desarrollado algunas investigaciones que tienen por objetivo proponer estrategias para la enseñanza de la astronomía entre las que se encuentran: Respuestas a preguntas que generan los niños (Sua, 2014), diseño e implementación de prácticas para el desarrollo del conocimiento científico (Rivera & Andrea, 2016), implementación de un ambiente bimodal para la enseñanza (Barrantes Clavijo & others, 2017), secuencia didáctica relacionando elementos tecnológicos (Ibñez, Estrada Roca, & Barbero Sola, 2017), el cine como complemento (Cuervo-Mongui, 2016) y programas en lenguaje de programación Python, programas para enseñar órbitas planetarias (Hincapié & Cañón, 2016), etc.

Sin embargo, estas propuestas requieren en algunos casos de instrumentos costosos y acceso a software que no son de fácil adquisición y complejo manejo. Así mismo, algunas de estas propuestas carecen de un componente práctico que permita que los estudiantes se acerquen a los conceptos a través de actividades didácticas, por lo que no utilizan la lúdica como medio. En vista de la anterior problemática este proyecto propone una estrategia para la enseñanza de la astronomía en niños en edad escolar, que pueda ser aplicada en cualquier colegio sin importar los recursos materiales ni tecnológicos con los que cuente. De la misma manera, la propuesta no propone utilizar software especializados; por el contrario, utiliza todo lo que esté al alcance de los estudiantes, por ejemplo, el reciclaje para sus laboratorios, la lúdica y actividades didácticas como estrategias fundamentales del aprendizaje. Esta propuesta pretende valorar el desarrollo del pensamiento científico en los niños, teniendo como fin, a largo plazo, el desarrollo científico y tecnológico del país. Como consecuencia, los profesores pueden encontrar una estrategia agradable para los estudiantes, aún para aquellos que son apáticos al estudio o puntualmente a las ciencias, además, de que la propuesta puede ser reproducible y desarrollada en cualquier institución educativa de Colombia.

Atendiendo a lo anterior, se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollar la competencia de análisis científico a través de una estrategia pedagógica socio-constructivista de cráteres lunares en estudiantes entre 12-14 años del colegio Granadino de Villamaría, Caldas?

Justificación

Teniendo en cuenta el grado de apatía que generan las ciencias en los estudiantes cuando se enseñan utilizando metodologías tradicionales, el presente proyecto, busca desarrollar una investigación, entorno al estudiante y su relación directa con las actualidades científicas. En relación se pretende proporcionar una experiencia de aplicación, para relacionarse con materiales que servirán de pretexto para entender la forma en que los estudiantes presentan dificultades o logran una mejor apropiación de los conceptos científicos, especialmente interactuar con objetos que representen los principios físicos relacionados con los cráteres lunares ya que a pesar de la importancia actual del campo de estudio, la enseñanza y aprendizaje no han avanzado en nuevas metodologías y procesos que faciliten, y motiven a las nuevas generaciones acercarse y apropiar estos conocimientos.

La propuesta busca evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la astronomía en niños y adolescentes en edad escolar. En consideración, es necesario que ellos conozcan las implicaciones tecnológicas y los alcances que tienen para la humanidad. En consecuencia, se aporta al desarrollo del pensamiento científico de la sociedad futura, teniendo como impacto, a largo plazo, el desarrollo científico y tecnológico del país.

En esta investigación se desarrollará una propuesta bajo el enfoque pedagógico socio-constructivista, donde docentes podrán encontrar una estrategia que les permita generar en los estudiantes una manera de estudiar que tenga más pertinencia y cercanía con las realidades que viven. Así mismo tener insumos para alcanzar en el mediano plazo los objetivos de aprendizaje en el campo de la física. Y más importante aún, desarrollar habilidades de pensamiento científico.

Se pondrá a prueba una estrategia metodológica, la cual se considera que puede arrojar resultados más satisfactorios, al ser diferenciada para el proceso de enseñanza-aprendizaje, al mismo tiempo que pueden proporcionar elementos para el desarrollo de las actividades académicas y conceptos de las ciencias en general, por lo cual la estrategia se puede tomar como un elemento integrador desde la que se pueden abordar elementos además de química, biología e incluso ciencias sociales y humanas.

Estado del arte

La astronomía, hace parte de las ciencias básicas, por lo tanto su investigación se centra en mover la línea del conocimiento, y así poder responder a preguntas que han sido planteadas por el ser humano con las que se pretende comprender el universo. En vista de la relevancia de esta ciencia y del carácter interdisciplinar, son numerosos los aportes que la astronomía ha realizado en otros campos.

Para ilustrar lo anterior, se presentan los relojes de precisión; los cuales surgieron por la necesidad de ubicar al ser humano en el tiempo. Inicialmente se empezaron a utilizar en el S. xv ANE; por su parte, del primero que se tiene referencia es el de Sol posteriormente, surgió el de agua y pasó al de arena (Ibarra, 2008, pág. 15). Avanzando en este razonamiento, los instrumentos de medición de tiempo, pasaron por diversas etapas, cada vez logrando una mayor precisión. Con respecto a la precisión, en 1955 fue construido por Assen y Parry el primer reloj de cesio, con el que se define un segundo como la duración de 9,192,631,770 vibraciones del átomo de cesio 133¹, lo que conlleva a que este reloj se atrase o se adelante aproximadamente un segundo cada mil años (Ibarra, 2008, pág. 17). De lo anterior, en la actualidad la exactitud de la medida del tiempo permite hacer cálculos tan precisos, que se puede utilizar la aceleración generada por un cometa del sistema solar, en un momento determinado, para impulsar una sonda, es el caso de Rosetta, sonda enviada en el año 2004 por la Agencia Espacial europea (ESA).

Ahora bien, respecto al aporte de la astronomía al desarrollo tecnológico, consiste en los dispositivos de carga acoplada (CCD), dispositivo desarrollado en 1960 por los Nobel de Física del año 2009 W. S. Boyle y G. E. Smith (Roca, 2009, pág. 7), cuyo nobel se debe a este dispositivo. Con respecto a la astronomía, se utiliza el CCD como instrumento para mejorar las imágenes captadas de diversas estrellas, ayudando a diferenciar el Pseudo color y el color verdadero, según (Howell, 2006, pág. 17). En la actualidad, es utilizado el CCD en medicina y odontología para obtener mayor claridad en la imagen como consecuencia, mejor exactitud en el diagnóstico; asimismo, se evita la exposición del paciente a rayos X, según se

¹ Bureau International des poids et Mesures (<https://www.bipm.org/en/about-us/>)

demuestra en (Ramos, s.f., pág. 19). Como consecuencia a nivel comercial; el sistema se utiliza en cámaras fotográficas cuyos sensores CCD y sus células fotoeléctricas son quienes registran la imagen.

Con base en la misma forma, otro de los campos en el que se evidencia el aporte y desarrollo de la astronomía es la economía, aunque “a corto plazo, los impactos económicos primarios son inciertos y difíciles de evaluar” como lo evidencia (Fernandes, Pessoa, & Silva, 2014, pág. 3). En este orden de ideas, existen casos como el SALT (The Southern African Large Telescope), que evidencia el aporte que ha realizado a la economía en la sociedad donde se construyó. En relación con el instrumento entró en operación en noviembre del 2005, y desde su construcción la comunidad ha sido la más beneficiada puesto que, generó diversos lugares de trabajo. Como consecuencia, un año después de la inauguración del SALT el turismo se incrementó en 13.000 visitantes por año según (Govender, 2007, pág. 83). Como consecuencia, trae para su comunidad evolución en la parte comercial y turística.

En igual forma, otra actividad que reactiva la economía, son los centros de investigación y observatorios. Sobre esta base, por lo general se llevan a cabo eventos de divulgación, tales como coloquios o congresos, que tienen asistencias masivas; generando en consecuencia aportes a la economía local; como lo expuesto en (Fernandes, Pessoa, & Silva, 2014, pág. 16), Además, del aporte cultural que genera. En tal sentido, la comunidad se va relacionando con lo que se hace y empieza a integrarse a estos procesos de la ciencia.

En otro orden de ideas, se dieron paso a los modernos satélites militares. Una consecuencia particular, es el caso de Military Strategic and Tactical Relay (MILSTAR) expuesto en (King & Riccio, 2010), este respecto es un conjunto de satélites militares, facilitan comunicación con grupos militares en zona de guerra. Del mismo modo, permite saber en tiempo real, las ubicaciones de sus tropas.

Al mismo tiempo, respecto a las telecomunicaciones, se tiene tal vez la más conocida de las aplicaciones, que tienen su origen en la astronomía: el GPS (the Global Positioning System). Este sistema de posicionamiento, utiliza pulsares u objetos celestes conocidos (Sheikh, Pines, Wood, Ray, & Lovellette, 2007, pág. 15). Es utilizado para calcular con exactitud las

posiciones en la Tierra. Actualmente, los GPS son utilizados en sistemas electrónicos. El ser humano los emplea para llegar a lugares desconocidos. En otro orden de ideas, en Geofísica se utiliza el GPS para el monitoreo de volcanes, expuesto en (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, & Collins, 2001, pág. 1), y así predecir posibles erupciones.

Otro campo donde se encuentran las aplicaciones originadas en la astronomía es la industrial. Uno de los casos es el uso del lenguaje Interactive Data Language (IDL) inventado por los físicos William Wulf and John Néstor y David Lamb en 1970 (Piper & Galloy, 2006, pág. 8). El lenguaje fue desarrollado con el fin de analizar grandes volúmenes de datos astronómicos; en la actualidad el software es aplicado en General Motor; para procesar datos de accidentes de tránsito tal como se muestra en (Rosenberg, Russo, Bladon, & Christensen, 2014). Por otra parte, el sistema Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) mostrado en (Cardenas, Zhang, Kells, & Coyne, 2016); diseñado para detectar ondas de radiación, se utiliza para analizar la estabilidad gravitacional de pozos petroleros.

Finalmente, otro campo en el que la astronomía ha aportado numerosas aplicaciones es la medicina. Para ilustrar, el Positrón Emission Tomography (PET) presentado en (Nutt, 2002)-tomografía computarizada (TC) (Hamaker, 1997), inicialmente, utilizado por Ryle y Hewish en 1967 quienes además descubrieron el primer Pulsar; hoy en día son utilizados para la toma de diagnósticos médicos (De Jong, y otros, 2002). Por otro lado, los protocolos de limpieza utilizados para la fabricación de telescopios; como en el caso de STEREO de la NASA misión, expresa en (Kaiser, y otros, 2008); los cuales requieren un ambiente extremadamente limpio para prevenir polvo o partículas que pueden oscurecer y obstruir los espejos o instrumentos, son también aprovechados en hospitales y laboratorios de productos farmacéuticos. Entre muchas otras, se encuentra una técnica utilizada para el procesamiento de imágenes satelitales que a su vez, se usa para la detección a gran escala del Alzheimer (Rosenberg, Russo, Bladon, & Christensen, 2014).

Si se analizan las implicaciones anteriormente descritas, se evidencia que la astronomía ha jugado un papel fundamental en el desarrollo del conocimiento humano, lo cual la cataloga como una ciencia fundamental. Por lo tanto, para dar continuidad a este desarrollo, es

necesario establecer estrategias para la enseñanza de la astronomía a las nuevas generaciones. En este orden de ideas, se han desarrollado algunos proyectos, propuestos como inserción en el aula, para enseñar la astronomía desde los primeros años de edad; puesto que es una forma de desarrollar en ellos el pensamiento científico según se muestra en (Roca, 2009). En primer lugar, en el 2004, el profesor George Miley de la Universidad de Leiden, propuso un programa, denominado UNAWE (Universe Awareness), para enseñar astronomía a los niños. El programa llegó como una propuesta y fue puesto en marcha por la IAU (International Astronomical union) se desarrolló en países como Alemania, España, Italia, Holanda Reino unido y Sudáfrica. Básicamente UNAWE, propone material y metodologías didácticas para la enseñanza de la astronomía a niños de entre 4 y 10 Años (UNAW, s.f.). Aunque UNAWE es una herramienta gratis para todos los países, requiere de equipos como telescopios, que si bien en Europa, que fue donde se diseñó, se puede tener fácil acceso; Colombia por su parte, carece de tales instrumentos. Por otra parte, En Burgos, España, se finalizó un proceso de investigación en el 2017 el cual propone desarrollar habilidades de pensamiento mediante la enseñanza por indagación de contenidos de astronomía (Cristóbal Aragón & others, 2017), el estudio se enfoca en la observación, la generación de ideas y la conceptualización. La propuesta, aunque muy bien fundamentada, carece de amplitud, en vista que solamente se propone estudiar el fenómeno del día y la noche. También en España, fue desarrollada en el 2017 (Salvador, Pastrana, Villalba, & others, 2017), una asignatura de astronomía en secundaria para fomentar la enseñanza de las ciencias desde otra perspectiva e incentivar a los estudiantes. En esta propuesta se encuentra desde la reglamentación normativa, hasta las actividades que deben ser desarrolladas. La anterior propuesta tiene lugar dentro del sistema de educación de España; mientras en Colombia, nuevas asignaturas no tienen cabida a corto plazo en el sistema de educación nacional, además, el sistema de educación debe potenciar e invertir en los campos de ciencia y tecnología.

Por su lado, en Colombia también se han realizado una serie de propuestas, con las que se espera acercar a los niños y niñas al campo astronómico. El anterior es el caso de (Sua, 2014) quien propone dar respuesta a las preguntas que realizan los niños acerca de ciertos fenómenos. En esta proposición se plantean diversas actividades tanto individuales como

grupales. La metodología propone dar una explicación a las inquietudes de los niños y niñas. Las temáticas abordadas son los planetas, estrellas, vida extraterrestre, la luna y eventos astronómicos. Se trata de una propuesta que tiene como objetivo responder preguntas que generan los estudiantes, pero su desarrollo es totalmente por medio del diálogo y las experiencias previas, por lo que los estudiantes no tienen la oportunidad de manipular elementos que faciliten el aprendizaje.

Otro caso importante es el propuesto por (Rivera & Andrea, 2016) quien realiza una investigación que tiene por objetivo evaluar la práctica, es decir el hacer por parte del estudiante, para así promover la construcción del conocimiento científico, tomando como elemento primordial la astronomía. Cabe aclarar que esta propuesta se desarrolló con estudiantes de 1° de primaria. La anterior es una propuesta que tiene un objetivo muy claro respecto al desarrollo y construcción del conocimiento científico, aunque se trabaja la astronomía. No son suficientes las actividades propuestas, como para concluir que por medio de esta área (astronomía) se desarrolla el pensamiento científico.

En España, en la Universidad de Lleida (Ibñez, Estrada Roca, & Barbero Sola, 2017), hicieron una moción para la enseñanza de la astronomía diurna utilizando herramientas virtuales de simulación. Realmente la propuesta es una secuencia didáctica; se espera mejorar los resultados de la enseñanza tradicional. De aplicar esta iniciativa en Colombia, carecería de resultados similares, en vista que no todas las instituciones educativas del país, cuentan con una estructura de sistemas tecnológicos, tales como computadores. Por otro lado, se desarrolló en el país Ibérico; en la universidad de Salamanca en el año 2017 (Corrochano, Gómez-Goncalves, Sevilla, & Pampín-García, 2017), una investigación que tiene por objetivo analizar cuál es la comprensión que tienen los estudiantes de institutos y de universidades acerca de las mareas. Las mareas se dan por acción a distancia de la Luna. Los resultados arrojaron que, aunque se conoce como un efecto gravitacional, se desconoce el modo gráfico como estas son producidas. Esta propuesta se centra solo en una temática relacionada con astronomía, su metodología podría aplicarse a una amplia gama de fenómenos.

En el caso de Sur América, también se han planteado propuestas de enseñanza. Se tiene el caso de Argentina donde Galperin y Raviolo hacen dos propuestas en el año 2016. Una respecto al análisis de imágenes en los libros de texto, relacionadas con el día y la noche y las estaciones lunares (Galperin, Raviolo, Prieto, & Señorans, 2014). Se describen algunas falencias en estos textos y se propone una solución. La propuesta descrita anteriormente se enfoca en las imágenes que tienen los libros de texto de enseñanza, pero no proponen una metodología acorde para que se utilicen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otro lado, se exponen las diversas formas que existen para la enseñanza de la astronomía respecto al sistema de referencia que se utilice (Galperin D. J., 2017). Esta investigación no hace uso de materiales que puedan ser manipulados por los estudiantes, su mayor herramienta es la imaginación. Además, podría complementarse la propuesta con el uso de materiales que sean reciclables, para que los aprendices puedan no solo imaginar también hacer proceso de manipulación.

En Colombia, también se han realizado varias propuestas para la enseñanza de la astronomía. En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se propone (Barrantes Clavijo & others, 2017), el diseño de un ambiente bimodal de aprendizaje de la astronomía, donde se encuentra una relación entre el conocimiento ancestral, pero complementando su enseñanza con herramientas tecnológicas. Este ambiente fue evaluado y puesto a prueba con estudiantes del Club de Astronomía Xue del Colegio Pablo Neruda. La propuesta hace uso de la tecnología y la integra con una serie de conceptos previos, relacionados con lo que cada estudiante conoce, lo que genera que no en todos los casos los estudiantes hablen de términos exactos, términos que a nivel cultural se cambian hasta que terminan perdiendo el sentido que tienen dentro de la ciencia. Por otro lado, se encuentra la propuesta desarrollada en la misma universidad, (Tarquino Cabra & others, 2017) en la cual se proponen procesos de investigación científica en la escuela mediante el diseño e implementación de una secuencia didáctica, al trabajar temas propios de la Astronomía, respecto a las dimensiones Tierra-Luna, con un grupo de estudiantes del Club de Astronomía de una institución educativa de la ciudad de Bogotá. Esta propuesta, aunque tiene como objetivo lograr un desarrollo en el campo de la investigación científica con la enseñanza de la astronomía, también podría proponer el

desarrollo del pensamiento científico, pues este es fundamental para lograr que los estudiantes se involucren en procesos de investigación. Se presenta en (Cuervo-Mongui, 2016), donde propone el cine como una alternativa para la enseñanza de la física y la astronomía. El estudio encuentra que esta herramienta a largo plazo ayuda al desarrollo del pensamiento científico. En este caso la enseñanza se presenta por medio de una actividad de esparcimiento como es ver y analizar cine, pero es importante que el aprender sea divertido.

Con el mismo objetivo de la enseñanza, esta vez en la universidad Pedagógica de Bogotá, en (Hincapié & Cañón, 2016) se presentan un diseño de un programa en Python para la enseñanza de la transferencia de la órbita de Hohmann. En otras palabras, se realiza una simulación para enseñanza de la mecánica celeste. El programa se pondrá a prueba y próximamente se publicarán los resultados, siendo un programa en el cual se pueden demostrar diversos fenómenos astronómicos. El aprender su lenguaje requiere de largo tiempo, además no en todas las instituciones de Colombia se tiene la infraestructura para que se demuestre este software.

Para finalizar, se presenta un trabajo llevado a cabo en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, en el cual se propone un laboratorio de Astronomía con las niñas y los niños en la escuela rural La Cruz del Porvenir. En esta investigación, publicada en el 2017 (Velásquez Ruiz & others, 2017), se enseña la astronomía topocéntrica buscando obtener un aprendizaje significativo, evaluando la aplicación, la transferencia y la consecuencia de la práctica, características directas de dicho aprendizaje. La propuesta toma como ente integrador el planetario de Medellín, lugar al cual no tienen fácil acceso todos los niños de Colombia. En muchos, los estudiantes ni conocen las universidades más grandes de su región, entonces difícilmente se podrán desplazar hasta las grandes ciudades para aprovechar los recursos que estas ofrecen.

Enseñando astronomía se puede desarrollar el pensamiento científico en los estudiantes, hecho que redundará en investigaciones que a su vez darán mejor nivel de vida si se tiene presente que la tecnología, el conocimiento y los desarrollos económicos están intrínsecamente relacionados. Sin embargo, de acuerdo a la revisión del estado del arte

algunas de las propuestas diseñadas en otros países no se podrían aplicar en Colombia en vista que requieren de instrumentación costosa, herramientas que no se tienen en los centros educativos. Por lo anterior, se demanda una estrategia más adecuada que se pueda implementar en cualquier institución educativa de Colombia sin importar los recursos y herramientas que tenga. Es importante que la estrategia se enfoque en el desarrollo del pensamiento científico para alcanzar el desarrollo tecnológico del país; además, se tiene en cuenta que los estudiantes tienden a ser apáticos a las ciencias naturales, pero que utilizando lo atrayente de la astronomía esto se logre invertir. Por otro lado, es necesario que la propuesta logre que sea el estudiante quien pueda tener un papel activo en el proceso, que pueda construir sus propios modelos y lograr que este los explique además que utilice los materiales de su contexto, como son elementos reciclables para su construcción. Finalmente, esta iniciativa permitirá que el estudiante, aplicando métodos como el juego, logre entender los principios de la astronomía.

Objetivos

Objetivo General: Potenciar la competencia de análisis científico alcanzada por los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas, a través de una estrategia didáctica sobre el fenómeno astronómico de los cráteres lunares desde la perspectiva socio-constructivista.

Objetivos específicos

- Identificar los elementos de fundamentación científica presentes en la zona de desarrollo real de los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas.
- Diseñar una estrategia didáctica socio constructivista de fundamentación científica en cráteres lunares con los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas; para observar a través del lenguaje el modo de realizar inferencia.
- Implementar una estrategia didáctica socio-constructivista de fundamentación científica en cráteres lunares con los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas; para observar a través del lenguaje el modo de realizar inferencia.

- Describir la zona de desarrollo potencial de los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas.
- Inferir la zona de desarrollo próximo de los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas.
- Evaluar el modo de estimular la fundamentación científica de los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas, a partir de una estrategia socio-constructivista de cráteres lunares.

CÁPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE DESARROLLO REAL

La población objeto de estudio, fueron los estudiantes del colegio Granadino, ubicado en el municipio de Villamaría, Caldas; Colombia una comunidad que fluctúa entre el estrato 4-6 según fuente DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). La muestra se tomó entre los estudiantes en rango de 12-14 años los cuales pertenecían a la electiva física y astronomía; fue conformada por siete hombres y seis mujeres.

La elección del socio-constructivismo como modelo pedagógico para guiar la estrategia se debió a que en el proceso de enseñanza a aprendizaje es fundamentalmente una construcción social según (Carrera & Mazzarella, 2001, pág. 43) y se da primero en el plano social y luego en el plano inter-psicológico, proceso intelectual de nivel superior (Hernández Valdebenito, 2017, pág. 24).

Se inició describiendo la primera categoría teórica que propone el socio-constructivismo la cual parte de la premisa “todo tipo de aprendizaje que el niño encuentra en la escuela tiene siempre una historia previa” (Vygotsky, 1979, pág. 130). Vygotsky lo planteó como nivel evolutivo real (se conocerá en adelante, como la zona de desarrollo real ZDR) tiene que ver tanto con el nivel de desarrollo de las funciones mentales, como consecuencia de unos ciclos evolutivos. Se evidencia en (Vygotsky, 1979), cabe agregar, que son únicamente aquellas actividades que los pequeños puedan realizar por si solos, siendo indicativo de capacidad mental.

Los elementos presentes en la ZDR se describieron con la aplicación de uno de los instrumentos de recolección de información diseñados. El grupo de discusión, la elección de dicho instrumento, además de la parte metodológica, se fundamentó en el concepto presentado por Vygotsky en (Vygotsky, 1979, pág. 255) donde expresa que tanto el material sensorio como la palabra constituyen elementos indispensables de la formación del concepto. Para (Gil Flores & others, 1993) el grupo de discusión es una técnica no directiva que tiene por finalidad la reducción controlada de un discurso por parte de un grupo de sujetos que son reunidos, durante un espacio de tiempo limitado, a fin de debatir sobre determinado tópico propuesto por el investigador.

La finalidad de esta técnica la propone (Aranda & Araújo, 2009) como producir insumo para un objetivo determinado y, por último, los participantes expresan sus opiniones reguladas por el intercambio grupal, teniendo en cuenta así, la capacidad de cada individuo para resolver independientemente un problema (Vigotsky, 1979, pág. 133). Para la implementación de la técnica, la muestra se dividió en tres subgrupos; de tal manera que la cantidad de hombres y mujeres en cada uno de ellos fuera lo más homogénea posible, según lo describe la propia técnica. En cada grupo de discusión se presentaron los objetivos de la actividad, posteriormente se explicó la dinámica que se llevaría a cabo de modo que cada uno de los integrantes tuviera la misma posibilidad de participar, igual posibilidad de responder al planteamiento de manera independiente. Además, tenían la posibilidad de hacer preguntas a lo que los otros integrantes decían, refutar o reafirmar las perspectivas de los demás, también fundamentados en la naturaleza de la técnica diseñada.

Se inició la aplicación del instrumento (Fig. 1) el cual contenía nueve preguntas y una actividad de dibujar en vista que las imágenes o dibujos, son un tipo de lenguaje escrito según (Loaiza, 2004, pág. 5) desde la perspectiva de Vygotsky.



Fig. 1. Inicio de la aplicación del grupo de discusión.

La elección de los cráteres lunares, como insumo para diseñar la estrategia, se debió a que la Luna es un cuerpo celeste muy representativo, de amplio conocimiento por parte del público en general, en consecuencia puede haber una mayor cercanía de los niños con este cuerpo celeste que si se definiera cualquiera de los otros objetos que se encuentran en el gran abanico que abarca el campo de la astronomía. Por otro lado, la Luna es uno de los objetos astronómicos más estudiados por la ciencia, al igual que de alguna forma cada ser humano ha tenido la posibilidad de interactuar con ella o percibir sus efectos y fenómenos, entonces se pudo entender que así haya sido de manera inconsciente existían conocimiento previos respecto a la astronomía al tomar como pretexto investigativo este tema particular. Además, desde la perspectiva de la logística respecto al diseño y desarrollo de la práctica, los elementos necesarios para llevarla a cabo eran de fácil acceso, y no se necesitaban instrumentos ni observatorios.

- ¿Según tus conocimientos, que entiendes por astronomía? a fin de comprender los conceptos sobre esta área presentes de manera general, sin limitar el contexto a un concepto particular.
- ¿Cuáles objetos astronómicos conoce? En segunda instancia, se planteó con el propósito de describir y entender lo que se entendía por objeto astronómico y de este modo entender hasta qué punto la astronomía había estado inmersa en el contexto cultural.
- ¿Qué es la Luna? con la intención de comprender si este objeto astronómico se entendía como uno de los elementos que pertenecía a la astronomía o simplemente se observaba como un objeto cotidiano en las noches.
- ¿Cuáles son las características de la luna? En ese orden de ideas, se indagó un poco más profundo planteando la siguiente pregunta donde se examinaba sobre las características que habían observado de la Luna en aquellas noches que la habían visto, con miras a entender la capacidad de observación, análisis e inferencia basados en una actividad de la cual de algún modo todos tendrían algún tipo de experiencia.

- En efecto se planteó ¿Las noches que ha podido ver la Luna, que características se pueden observar? En vista que la Luna es uno de los objetos astronómicos que constantemente está en relación con el ser humano, es tan cercana que no requiere de instrumentos avanzados para observarse.
- ¿ Conoce fenómenos terrestres que se den por acción de la luna?; si su respuesta es afirmativa explique el contexto relacionado con los fenómenos terrestres que se debían o estaban relacionados con la Luna; con el fin de entender la capacidad de relacionar dos fenómenos que aparentemente se encuentran desligado, pero que en la realidad uno es la consecuencia del otro, además que se indagaba sobre la capacidad de construir hipótesis, ya que se les pedía que si esta respuesta era afirmativa se construyera una explicación hipotética de la relación entre los fenómenos.
- Después se planteó el ámbito relacionado con un cráter, ¿Que es un cráter? para comprender la manera como los individuos relacionan una causa con un efecto, o si se tenía la capacidad de entender que podría llegar a generar un cráter.
- De manera semejante, se indagó sobre ¿Qué es un cráter lunar? con el objetivo de entender la capacidad de relacionar o distinguir características de un mismo fenómeno pero en dos lugares del espacio diferentes, y el uso de la imaginación puesto que ninguno ha estado en la superficie lunar.
- En ese orden de ideas, se propuso la pregunta, ¿Cuáles son las características de un cráter lunar? con la finalidad de conocer si se tienen conceptos sobre la superficie de la luna y sus características.
- En último lugar se mostraron una serie de imágenes de la Luna (Fig. 34), (Fig. 35), y (Fig. 36), con la pretensión de evaluar la capacidad de observación y análisis, además de la construcción de posibles hipótesis al tratar de dar explicación sobre lo observado.

Las preguntas se realizaron de manera abierta (Fig. 2), y las respuestas de cada integrante, o discusiones que generó cada pregunta quedaron grabada en formato de audio. En algunos de los contextos planteados generaron gran cantidad de información por parte de los integrantes, sin embargo algunas otras carecían de respuestas, lo que estuvo relacionado con el

conocimiento sobre los diversos contextos planteados. El tiempo de aplicación de cada uno de los grupos estuvo entre los quince y veinte minutos; tiempo suficiente para describir los elementos presentes en la ZDR.



Fig. 2. Interacción durante el desarrollo del grupo de discusión.

CAPÍTULO 3: INTERVENCIÓN

El diseño de la estrategia didáctica socio constructivista de fundamentación científica en cráteres lunares, tuvo presente las siguientes características; que los estudiantes tuvieran la posibilidad de interactuar, divertirse, aprender de una manera práctica y que los elementos utilizados fueran de fácil adquisición. Se definió que la estrategia se desarrollara de modo práctico fundamentado en lo expresado por (Vygotski, Kozulin, & Abadía, 1995, pág. 68) se da de este modo para que los conceptos científicos que se vayan adquiriendo tengan relación con la experiencia del niño, ya que tradicionalmente se imparte esto de manera sistemática.

Luego de conocer los conceptos presentes en la ZDR se pasó a definir la estrategia de aplicación presentada en (*Fig. 3*), los elementos necesarios para desarrollar la estrategia fueron: harina, un recipiente para poner la harina, un celular y objetos sólidos de diversos tamaños y diferentes formas tales como piedras, canicas y similares.

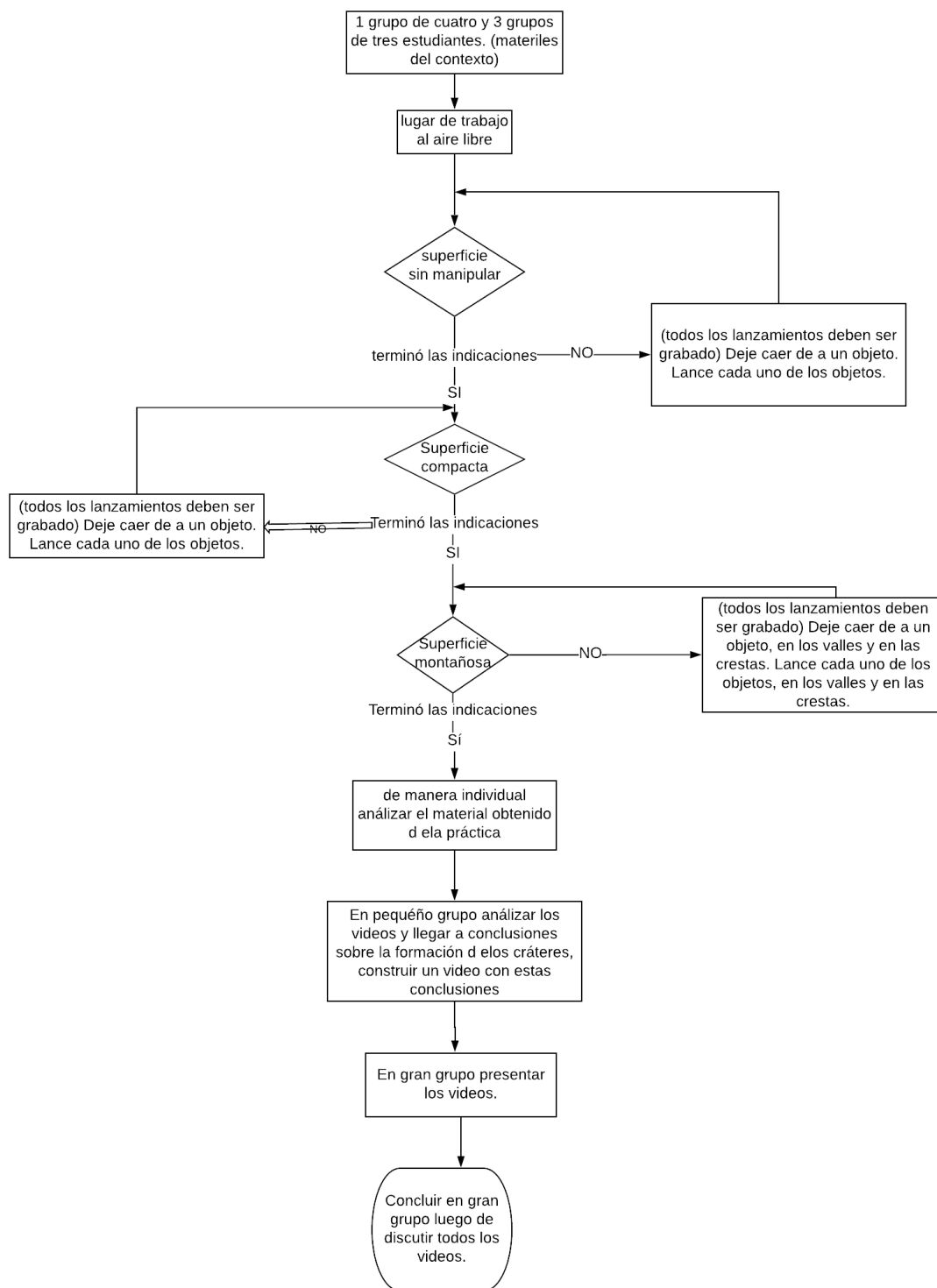


Fig. 3. Diagrama de flujo, fases de la intervención.

- Luego de tener los materiales, el grupo se dividió en pequeño grupo, uno de cuatro integrantes y los otros tres de tres cada uno. Puesto que se trabajó con harina el lugar de desarrollo de la estrategia utilizado fue la cancha.



Fig. 4. Interacción harina de manera natural

- Ya ubicados en la cancha cada grupo colocó la harina en el recipiente, sin que esta se derramara, luego se pidió que respetando la forma que naturalmente había tomado la harina Fig. 4) tomarán esta como la superficie de la Luna; con esto se quería representar una posible superficie lunar. Tomando cada uno de los objetos de diferentes tamaños debían generar los cráteres, es decir propiciando la creación de diversos cráteres, tan diversos como formas de objetos se tuvieran. La primera indicación fue que se dejara caer el objeto, y en un segundo momento que realizarán la misma actividad pero esta vez imprimiendo una velocidad inicial al objeto; para comprender así la diferencia no solo de la forma del objeto, sino también la relación que tiene la velocidad de impacto. Cada uno de estos lanzamientos se grabó con el celular, algunos de los cuales fueron grabados en cámara lenta y otros normales, para tener evidencia de análisis posterior; estas grabaciones con el fin de ser observadas

y analizadas posteriormente. Además de entender lo que se describió previamente esta primera parte de la aplicación tenía como fin que los estudiantes interactuaran con el material de trabajo, conocieran de primera y se familiarizarán con las variables que debían analizar.

- En segundo momento, a cada grupo se le pidió que compactara la harina (Fig. 5) y (Fig. 6), y de este modo suponer que la superficie lunar tenía unas características diferentes a la anterior; de igual modo se realizó la construcción de los cráteres, bajo las mismas características en un primer momento solo dejando caer los objetos y en el segundo imprimiendo velocidad inicial al sistema. Ahora cuando los estudiantes ya estaban familiarizados con la dinámica de desarrollo, se pudieron enfocar en analizar las características de creación de cada uno de los cráteres, fortaleciendo cada vez más la interacción con sus compañeros de equipo, (Ledesma, 2014, pág. 20) propiciando así, que se dé el desarrollo de la ZDPot.
- La tercera fase de la interacción y desarrollo de la estrategia se basó en construir “montañas” en la superficie lunar (Fig. 7), y analizar la forma como se generaron los cráteres tanto en las crestas como en los valles, guiando a los aprendices hacia el análisis y ejemplificación desde la perspectiva que la luna no está compuesta por una superficie plana, sino que por el contrario su superficie tiende a ser irregular. De igual manera se pidió que se generaran tanto con velocidad inicial igual a cero, como que se le imprimiera una velocidad al lanzamiento y analizar cada una de las características observadas, Ahora para observar las peculiaridades que se podrán generar en caso que el impacto se diera en el valle o en una cresta de la montaña.



Fig. 5. Modificando la superficie lunar.



Fig. 6. Cráter en superficie lunar compacta.

- Posterior al desarrollo práctico de la estrategia se pidió que analizaran el material audiovisual recolectado y observaran el modo como se daba la creación de los cráteres en cada una de las superficies y con cada una de las condiciones iniciales planteadas, este análisis se realizó en los mismos grupos en los que se desarrolló la práctica. Este análisis les permitió ver con mayor detalle lo que sucedió de manera directa, puesto que con la grabación en cámara lente se tiene la posibilidad de analizar con mayor precisión los detalles. Luego de analizar, en los mismos grupos el material, se pidió que discutieran lo observado en la práctica y en los videos; con esta discusión se buscó que entre las ideas generadas se pudieran llegar a elementos comunes, basados en la práctica, la observación, la creación de hipótesis y la defensa argumentativa de las mismas. Como producto final de esta fase, los estudiantes entregaron un video donde se debían condensar las perspectivas grupales, luego de haber discutido lo que cada uno de ellos había observado, generando así un

segundo nivel de análisis en pequeño grupo, y concluyendo de manera grupal, llevando a conocimiento comunes lo observado, aplicado y analizado.



Fig. 7. Impacto en superficie montañosa.

- Finalmente, en gran grupo se reprodujeron los videos, y perspectivas de cada pequeño grupo, con el fin de que la interacción que un primer momento se planteó individual, posteriormente se desarrolló en pequeños grupo y paso a la conformación de conceptos sólidos en este mismo pequeño grupo, pudiera adquirirse de manera generalizada en el gran grupo. Los videos se conformaron por tanto de las grabaciones de los lanzamientos como de la explicación de lo observado de manera grupal.

Durante el desarrollo y aplicación de la estrategia se aplicó el segundo instrumento diseñado para la recolección de información, la observación participante en (Deslauriers & Mendoza, 2004) se define como una técnica de investigación cualitativa con la cual el investigador recoge datos de naturaleza especialmente descriptiva, participando en la vida cotidiana del grupo, de la organización, de la persona que desea estudiar. Una de las características principales es que el investigador toma datos de la cotidianidad del grupo de estudio; además,

se desarrollan entrevistas, analiza él de manera directa el contexto de desarrollo de la investigación, conoce de primera mano el espacio social del ámbito estudiado.

Algunos elementos que se tomaron en cuenta para utilizar esta técnica fueron: la sencillez; se refiere a que se estudie un contexto que permita ser investigado, no pretender investigar lugares o instituciones de difícil acceso a este tipo de procesos. En segundo momento está el acceso; tiene que ver con la facilidad que el investigador puede conocer de primera mano sin excederse en el consumo de recursos. Y finalmente la posibilidad de no obstruir; el investigador si bien puede ser externo no debe obstaculizar el normal desarrollo del campo a estudiar; en lugar de lo anterior propone (Delgado & Gutiérrez, 1994) la observación participante, consideran el relativismo cultural como una ética, y la función de distancia entre analista y nativo como un obstáculo o limitación que debe ser vencida mediante la integración del investigador en la comunidad de referencia.

Por medio del instrumento se pudo entender la forma como los estudiantes iban teniendo diversos comportamientos respecto a la práctica, además, lo que expresaban puntualmente a medida que se iban haciendo los lanzamientos y la forma como se construían los cráteres. Otro factor importante era la perspectiva del observador, el docente quien en cada momento estuvo analizando el contexto de aplicación de la estrategia de enseñanza.

CAPÍTULO 4: POST- Validación del instrumento

Primer nivel de análisis

La construcción del instrumento utilizado para valorar el impacto de la estrategia, estuvo mediado por el análisis de contenido. Inicialmente y se presenta en (Fig. 8), partiendo de la categoría teórica se construyeron las categorías subyacentes del corpus de información, y a su vez estas categorías arrojaron las sub-categorías de análisis, con las cuales se pudo describir y entender lo que los estudiantes conocían sobre el tema de estudio.

Para valorar la efectividad de la estrategia y análisis de la información arrojada por la aplicación de los instrumentos (ANEXO2. GRUPO DE DISCUSIÓN ANEXO 3. OBSERVACIÓN PARTICIPANTE). Se utilizó la teoría de análisis de contenido, Según Muchielli, 1979 como se citó en (Deslauriers & Mendoza, 2004, pág. 79) “Analizar el contenido (de un documento o de una comunicación) es volver a buscar las informaciones que allí se encuentran, extraer el sentido o los sentidos presentes, formular y clasificar todo lo que contiene este documento o comunicación”, tanto con la observación participante como con los grupos de discusión se buscó interpretar de manera objetiva, la realidad de cada una de las experiencias desarrolladas, entender las características y la forma como se desarrolló el pensamiento científico en los estudiantes.

Como segundo instrumento teórico de validación se aplicó la técnica de análisis de discurso; el por qué realizar este tipo de análisis lo presenta Santander

Sabemos que el lenguaje no es transparente, los signos no son inocentes, que la connotación va con la denotación, que el lenguaje muestra, pero también distorsiona y oculta, que a veces lo expresado refleja directamente lo pensado y a veces solo es un indicio ligero, sutil, cínico. (Santander, 2011, pág. 208)

Tal como se expresó anteriormente fue necesario tomar la mayor cantidad de datos respecto al total de información recolectada, se necesitó la inferencia para procesar lo que el contexto

estudiado arrojó respecto a la intervención realizada, lo preliminar aludiendo a la hermenéutica.

Segundo nivel de análisis

A partir del primer nivel de análisis y la sistematización del corpus de información se procederá a realizar la indagación de información relacionada con cada categoría y sus respectivas subcategorías; las principales categorías se enmarcan en la zona de desarrollo real, zona de desarrollo potencial y zona de desarrollo próximo. De este modo se irán depurando y entretejiendo los datos en cada nivel; esta estructura permitirá entender la relación entre la teoría y la aproximación que se logra en la investigación.

Tercer nivel de análisis

En el tercer momento del sistema de análisis de la información, luego de pasar por la sistematización y la categorización se procederá a realizar la triangulación entre la información, la teoría y pregunta de investigación. En este momento se dará respuesta a la pregunta de investigación, se concluirá respecto a la investigación y se reajustará la propuesta de ser necesario.

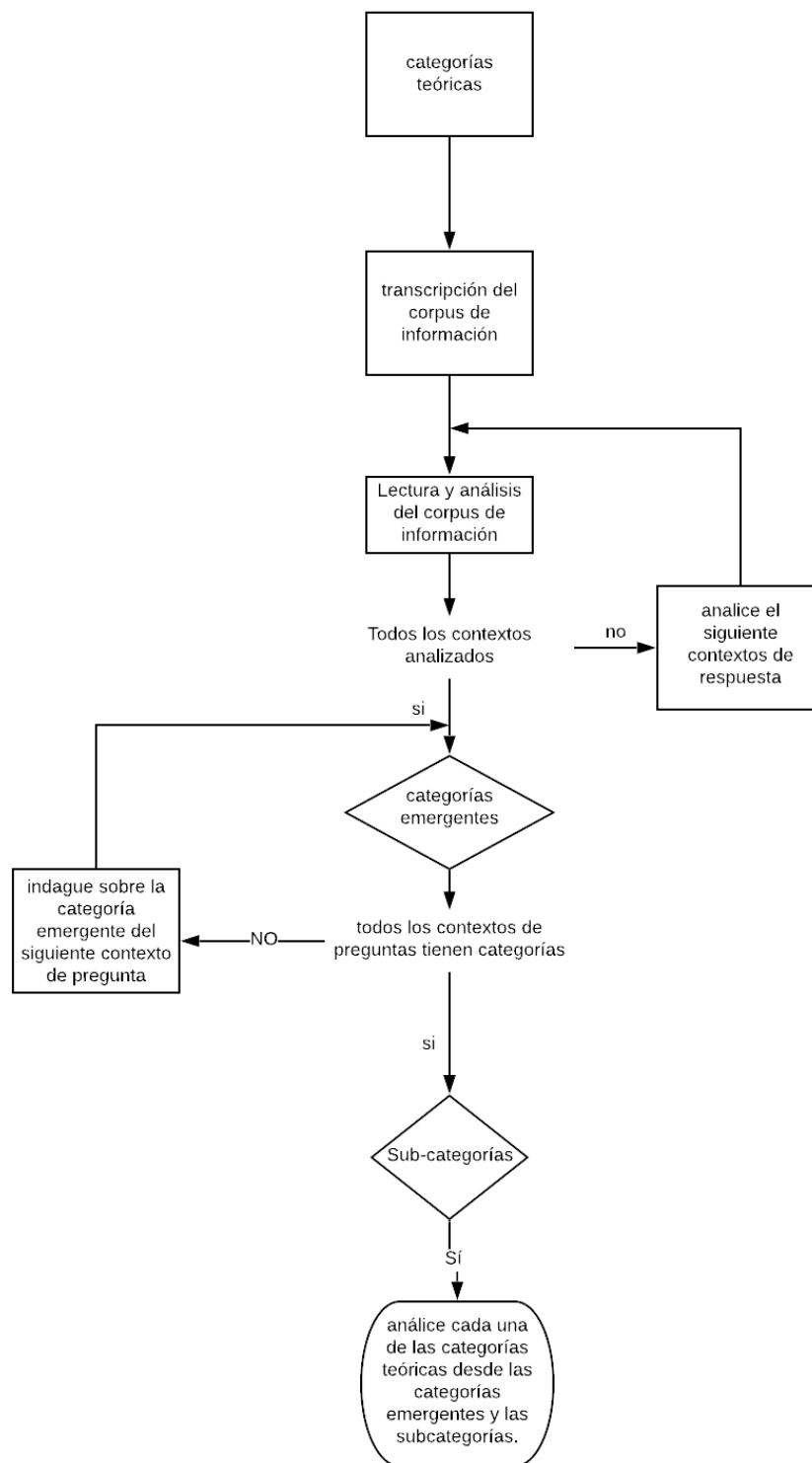


Fig. 8. Flujograma de validación de los instrumentos de análisis del corpus de información.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

Resultados de la Zona de Desarrollo Real:

En la primera parte del análisis del corpus de información, se indagó sobre la zona de desarrollo real (ZDR), capítulo 1. Este proceso se desarrolló por medio del instrumento de recolección de información de grupo de discusión, con el cual se describieron los conocimientos que los estudiantes tenían respecto a la astronomía, la Luna y a los cráteres lunares. En relación a los contextos de preguntas se abordaron los siguientes: Astronomía, objetos astronómicos, Luna, características de la Luna cuando se observa de manera directa, cráteres en general, cráteres lunares, características de la Luna por observación de imágenes y el análisis de imágenes sobre la Luna. Estas categorías de pregunta arrojaron categorías de respuestas relacionadas con: Universo, cielo, centros de investigación, instrumentos de observación, elementos astronómicos, objetos del sistema solar, objetos del universo, características de la Luna, fenómenos naturales generados por la Luna, características de los cráteres, la forma como se crean los cráteres, características de los cráteres Lunares, causantes de los cráteres, características de la Luna respecto observaciones físicas, ópticas y relacionadas con la sensación, la superficie y la explicación de las características representadas de manera gráfica. A continuación, se presentarán los histogramas que surgieron luego del procesamiento del corpus de información.

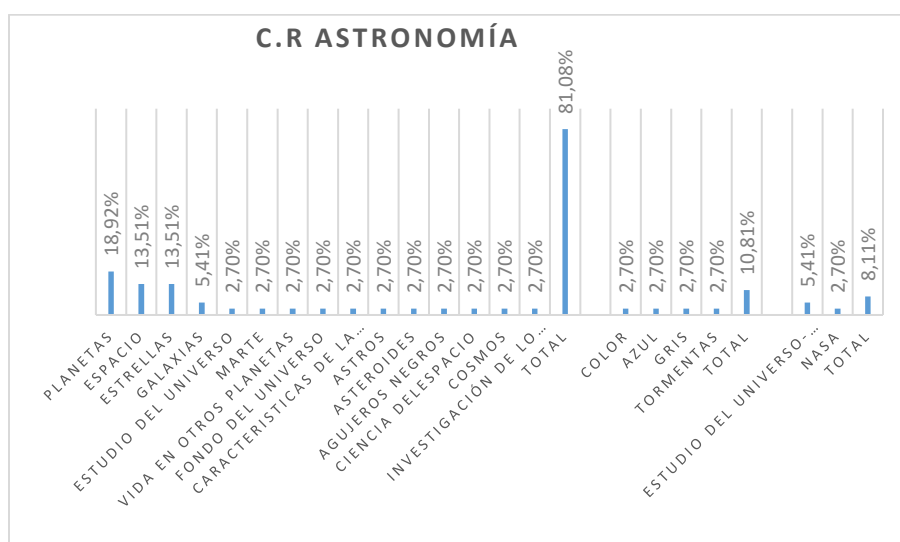


Fig. 9. Categorías de respuestas: Universo (81,08%). Cielo (10,81%). Centros de investigación (8,11%).

Según la primera categoría de pregunta con la que se describió la ZDR (Fig. 9), se evidenciaron elementos relacionados con la astronomía. Cabe aclarar que no solamente aparecieron objetos; también se observó la relación de búsqueda de vida en otros lugares del universo como se expresa a continuación “la astronomía habla de los objetos del universo, por ejemplo, analiza por que ocurren ciertas cosas en el universo; sobre los planetas, porque Marte tiene la posibilidad de tener vida, es decir oxígeno” se expresó la relación entre vida y oxígeno, elementos fundamentales para que se dé la vida tal y como se conoce en la Tierra. Al mismo tiempo, se presentó el cielo y sus características respecto a los colores que se perciben en el día o la noche y un fenómeno más que fueron las tormentas o lluvias. En otro sentido, se pudo distinguir una creencia cultural, expresada a continuación “la astronomía es todo lo que hay alrededor del planeta Tierra como las estrellas, las galaxias y el espacio” la anterior es una perspectiva geocentrista. Con respecto a la tercera categoría de respuesta, la astronomía fue relacionada con estudiar e investigar lo desconocido del espacio, se reconoció la NASA como uno de los centros de investigación más importantes.

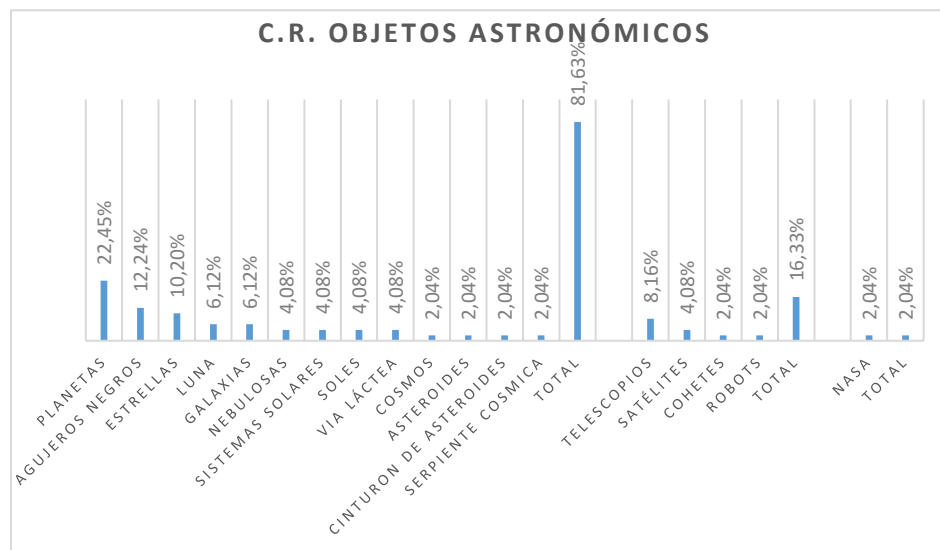


Fig. 10. Categorías de respuestas: Elementos astronómicos (81,63%). Instrumentos astronómicos (16,33%). Centros de investigación (2,04%).

La segunda característica relacionada con la ZDR, respecto a los objetos astronómicos (Fig. 10) evidenció, en la mayoría de las respuestas elementos relacionados con la astronomía, como se expresa a continuación “los objetos astronómicos son los planetas, los satélites, las

nebulosas, las galaxias y los sistemas solares” se formuló la existencia de varios sistemas solares; exponiendo la existencia de planetas diferentes a los que conforma el conjunto donde se encuentra la Tierra. Otro punto, se refirió a los instrumentos que permiten el avance en la investigación como se expone a continuación “los objetos astronómicos son el Telescopio, los planetas, Kepler, el telescopio que hace poquito vimos que descubrió la serpiente cósmica”; también, subyacieron “Robots que envían para ver que hay” entendiéndose lo anterior como el proceso utilizado para poder avanzar hacia lo desconocido. Finalmente en esta categoría de respuesta se evidenció, la NASA como un centro relacionado con la investigación astronómica.

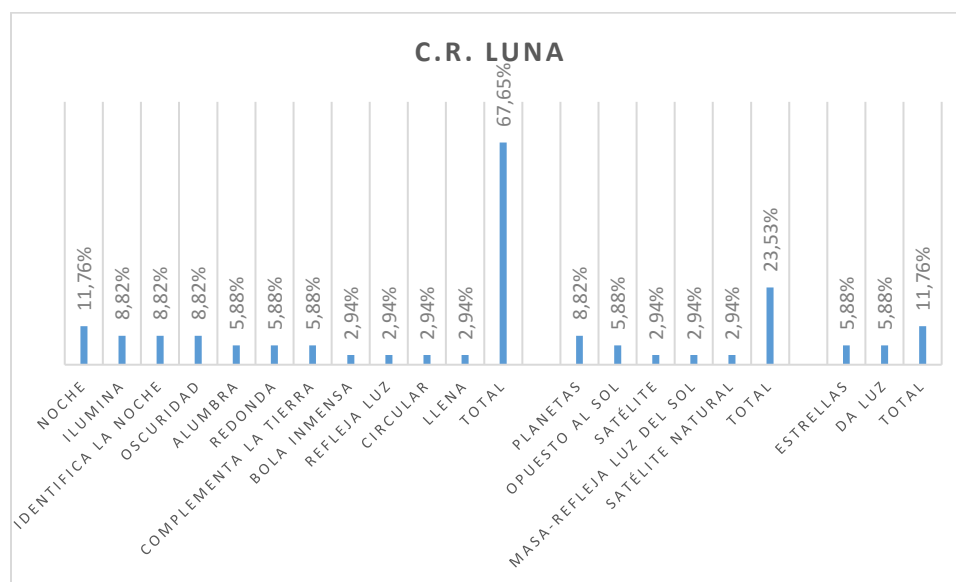


Fig. 11. Categorías de respuestas: Características (67,65%). Objetos del sistema solar (23,53%). Objetos del universo (11,76%).

El concepto de Luna (Fig. 11), en ocasiones se confundió “la Luna es un planeta que nos ayuda a identificar la noche, que es ya más o menos hora de dormir”. La segunda característica que se expresó se relaciona con las épocas en que coincide la fase visible de la Luna pero, se debe aclarar que existen fases lunares en las cuales la Luna no es visible; lo que no quiere decir que no esté; en otra respuesta se expresó que la Luna era una estrella. Preponderó, dentro de las características el hecho de que alumbra o ilumina; lo anterior dependiendo de cómo se comprenda el concepto, al fin está relacionado con el reflejar la luz. Al mismo tiempo se supo que la Luna es importante para la Tierra, pero no se evidenció claridad en él para qué, como

se dice en seguida “yo también diría que es un objeto que complementa la Tierra, pero no sabría cómo en que aspectos específicamente”.

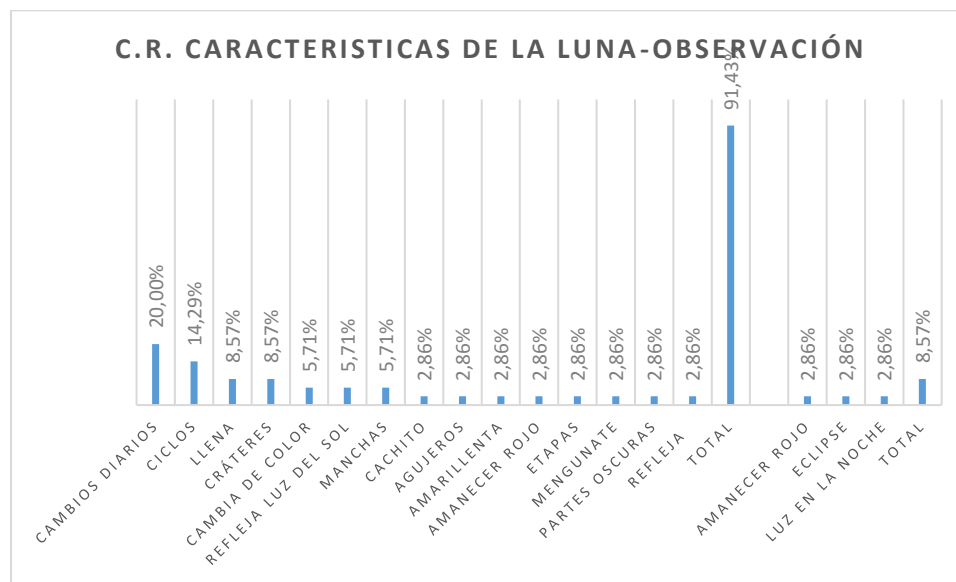


Fig. 12. Categorías de respuestas: Características (91,43%). Fenómenos generados (8,57%).

Una de las primeras características de la astronomía es la observación de la bóveda celeste, en este orden de ideas, fue necesario describir la ZDR, sobre la observación y análisis que se han realizado a uno de los objetos astronómicos que se puede percibir, solo con mirar la Luna (Fig. 12). Se creyó ver diferentes partes de la una cada noche “la Luna es muy diferente, uno siempre ve diferentes partes de la Luna pues, uno no siempre va a ver el mismo sector de la Luna y algunas veces es como amarillenta y cambia de color” se pudo confundir el concepto de fases lunares respecto a la cara que se ve de la Luna desde la Tierra. Uno de los integrantes del grupo de discusión expresó ver cráteres en la superficie, él tuvo la posibilidad de observar a través de un telescopio y lo expreso así “si uno le pone cuidado con el telescopio, ve que tiene cráteres que son redondos”. Además, describieron las características de color que pueden ser cambiantes respecto al punto del espacio donde se encuentre y respecto al observador. Por otro lado, se expresó la ilusión óptica relacionada con el seguimiento de Luna “cuando uno va en un carro la Luna lo persigue” fue una percepción relacionada con el sistema de referencia. Y acerca de los fenómenos naturales se relacionan con lo que han

podido vivenciar, como el color que tiene las mañanas, y el papel fundamental que cumple la luna para que se dé un eclipse.

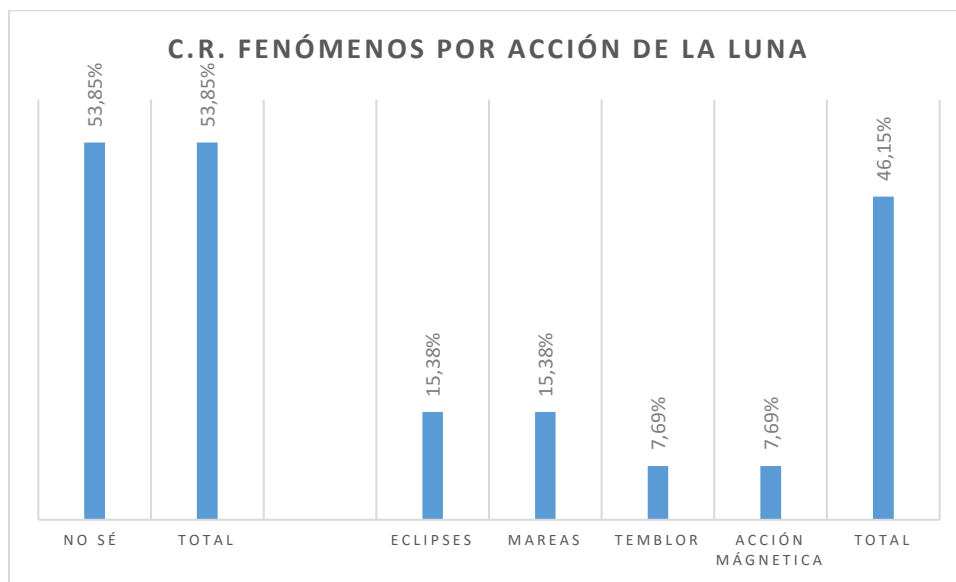


Fig. 13. Categorías de respuestas: Desconocimiento (53,85%). Fenómenos naturales (46,15%).

Pasando al análisis de los fenómenos naturales que se dan por acción de la Luna se vio en (Fig. 13) que a pesar de que la Luna esté ahí como complemento de la tierra no se entiende claramente por qué, tampoco los efectos que esta presenta respecto a la Tierra. El mayor porcentaje de los participantes expresó, no conocer acerca de los fenómenos; incluso se expresó, que la Luna era la culpable de los temblores, como se expresa a continuación “mi mamá no es experta en astronomía, hace poquito tembló y ella dijo que era por el cambio de la Luna” lo que evidenció, además que el contexto donde el estudiante se desarrolle influye de manera directa en las creencias; conocidas como las concepciones culturales según (Ledesma, 2014). Por otro lado se evidenció qué, sin duda el fenómeno natural que se relaciona directamente con la Luna son los eclipses. Finalmente se demostró entendimiento, sobre la forma como actúan las mareas “las mareas, que la luna tiene un control raro sobre

las mareas por las acciones magnéticas”, se alcanzó a percibir una tendencia animista en dicha explicación, la acción es gravitacional más que magnética.

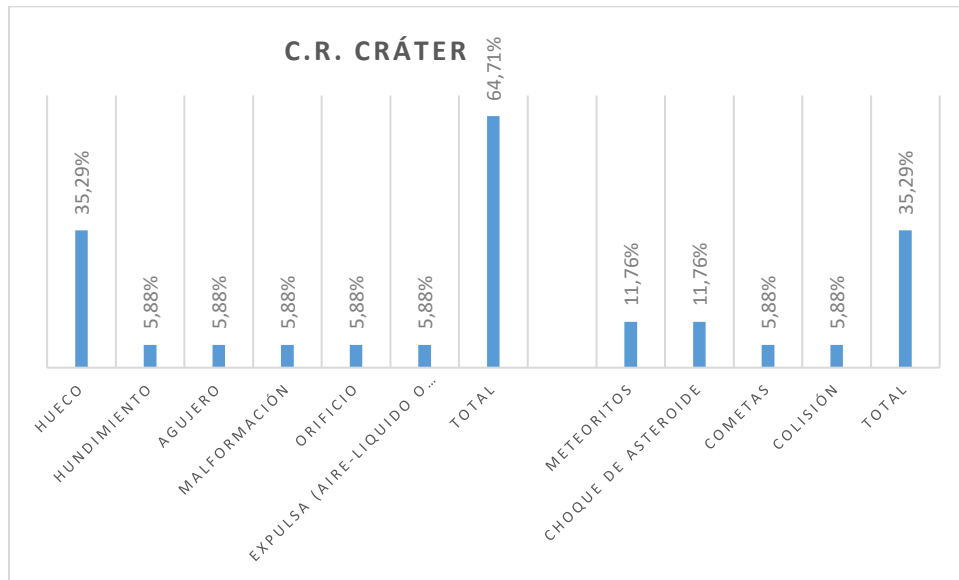


Fig. 14. Categorías de respuestas: Características (64,71%). Qué los genera (35,29%).

Respecto a los cráteres (Fig. 14), el concepto que se demostró fue el de hueco o similar. También, se relacionó con el cráter de un volcán como se demuestra a continuación “es un agujero en una superficie que expulsa o aire o líquido o material”. Qué genera los cráteres, se presentó como el resultado de una colisión; sin embargo también se evidenció de la siguiente manera “puede ser una malformación de los planetas” entendiéndose esta malformación como una característica intrínseca del planeta.

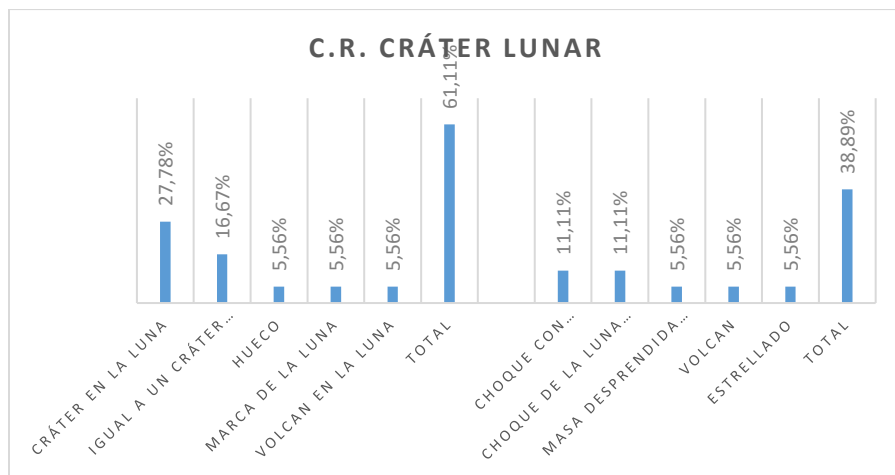


Fig. 15. Categorías de respuestas: Características (61,11%). Qué los genera (38,89%).

Ahora al examinar lo que es un cráter lunar (Fig. 15), se encontró la relaciona directa con lo que se entiende por cráter terrestre, por medio de este símil se entiende el cráter en la superficie de la Luna. Se relacionó, tanto respecto a la definición de cráter terrestre que incluso se afirmó que era un volcán en la superficie lunar. Por su parte, el qué los causa se expresó por ejemplo “que la luna golpee alguna cosa y se genere una marca en la luna”, por otro lado, se expresó que es la causa de colisión de un asteroide con la Luna. Por otro lado, algunos dijeron no saber por qué se da este fenómeno.

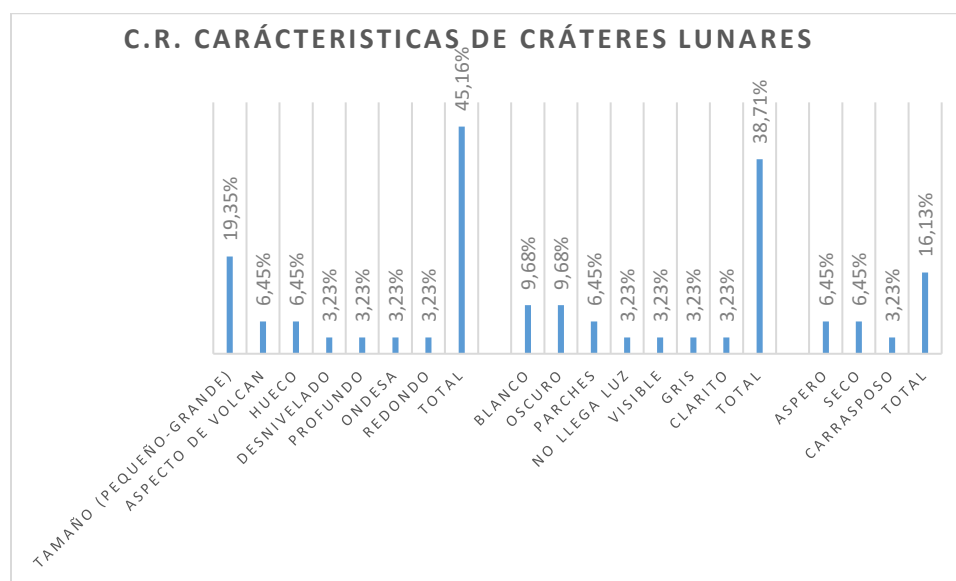


Fig. 16. Categorías de respuestas: Físicas (45,16%). Ópticas (38,71%). Sensación (16,13%).

Las características físicas relacionadas con los cráteres (Fig. 16), se relacionaron con el tamaño, cómo se expresa a continuación “Es un hueco, los más grandes son visibles, los más pequeños no y creo que son visibles porque normalmente son más oscuros” se pudo ver que aparecen una serie de explicaciones tratando de manifestar la relación entre tamaño y forma. Se demostró certeza de que es un hueco o similar. Ahora bien, en la categoría de características ópticas apareció el hecho de que se cree que son de diferentes colores como se muestra a continuación “tendría colores como la Luna, más oscuro, o clarito, gris o blanco” y con la observación se pudo llegar a concluir respecto a las sensaciones “muy áspero y muy

seco”; relacionando estas características también con la forma arenosa y rocosa con la que se cree que está conformada la Luna.

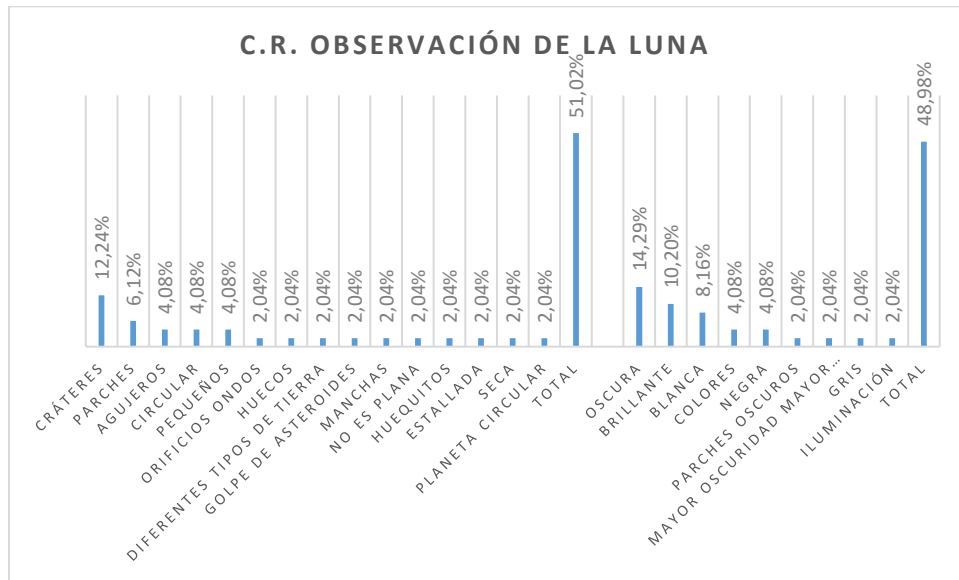


Fig. 17. Categorías de respuestas: Superficie (51,02%). Ópticas (48,98%).

Del análisis de las imágenes (Fig. 17), se pudo razonar que, la superficie está llena de impactos los cuales son cráteres efectivamente. Sin embargo, estos no necesariamente fueron denominados así, como se evidencia a continuación “tiene como muchos agujeros, tiene como parches, diferentes colores, partes más oscuras y otras más brillantes” por otro lado se expresó “yo veo que brilla mucho, o no sé si la luna brilla, para mí lo negrito son como orificios muy hondos que no les llega luz y veo que brilla mucho y lo que brilla son como estrellitas” se pudo inferir que se quiere dar una relación con la forma de sus cráteres pero no se llegó a una conclusión clara; también se pensó que la superficie de la luna puede tener estrellas, este concepto de estrella relacionado como un objeto pequeño o chispa que alumbra; no como un objeto de la misma familia del Sol, o elemento astronómico que está consumiendo su combustible. Por otro lado, se expresó la siguiente relación “supongo que entre más oscuro más profundo” es una relación lógica respecto al impacto que puede generar un asteroide.

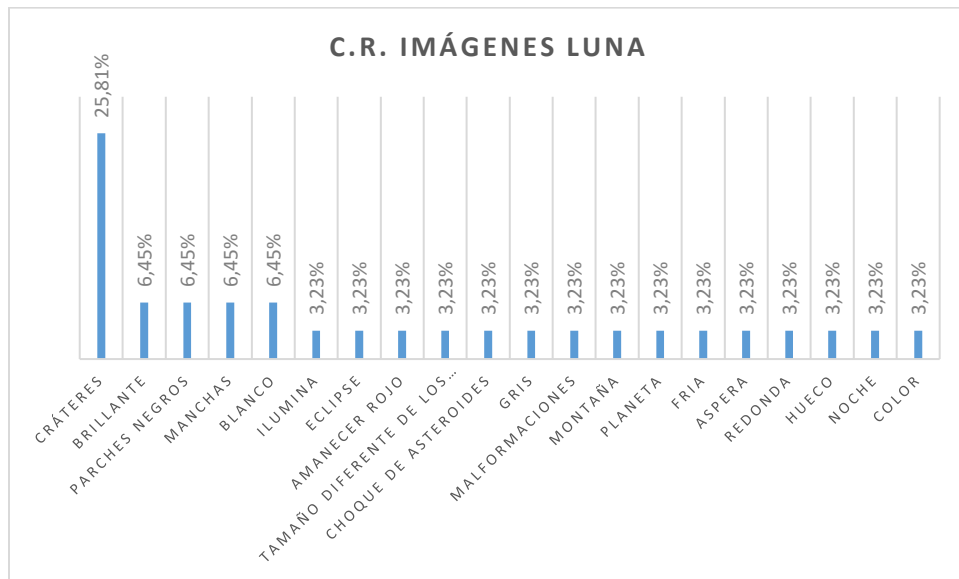


Fig. 18. Categorías de respuestas: Características de las imágenes sobre la Luna (100%).

Para terminar la descripción de la ZDR, se vieron como factor común los cráteres en la superficie (Fig. 18). A partir de ahí se describieron las características ópticas, tales como colores, forma de la superficie, efectos que tiene la luna en la tierra como por ejemplo “amanecer rojo”. Por otro lado, se dijo que los cráteres “son malformaciones” también que “la Luna es redonda”; esta última entendiéndose como un concepto que se ha venido quedando en la cultura, y relacionando muchos de los objetos del sistema solar y del universo a esta forma.

Resultados Interacción:

El segundo instrumento de recolección de información aplicado, fue la observación participante. Este instrumento fundamentalmente se aplicó en la indagación sobre lo sucedido en el Capítulo 3. Durante las observaciones se analizó el desarrollo de la habilidad de análisis de los estudiantes al desarrollar temáticos relacionados con la astronomía, fundamentalmente con el tema de cráteres lunares. Además, se reflexionó respecto al nivel de enfoque durante el desarrollo de las actividades prácticas; considerado tanto desde la perspectiva individual como grupal. Así pues, se estudió la interacción social, el interés por las prácticas y el nivel de enfoque evidenciado en la muestra; los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos con la observación participante. Interacción de los estudiantes y la aplicación de la estrategia didáctica fundamentada en los cráteres lunares.

| Categoría de análisis | Relación teórica y práctica | Ejemplos |
|---|---|--|
| ZDR | Respuestas fundamentadas en las creencias; en algunas ocasiones confundieron los conceptos. El concepto de cráter es difuso | “la Luna es una estrella o un planeta” Concepto de cráter explicado por medio de características. |
| Análisis para solucionar problemáticas (ZDPot) | Proponiendo hipótesis se buscaron las soluciones a problemas de diseño y de desarrollo de la práctica. [40, p. 43] | Interacción continua por parte de los estudiantes, potenciando la ZDPot |
| Análisis individual. Diseño de prototipo | Indagar sobre el desarrollo de la habilidad de análisis de manera individual, por medio del diseño de un prototipo relacionado con la creación de los cráteres lunares. | Se utilizaron recursos del contexto para diseñar el prototipo, tales como una mesa, con el fin de aproximar las medidas necesarias. |
| Implementación de la estrategia didáctica socio-constructivista de fundamentación científica en cráteres lunares, para observar a través del lenguaje el modo de realizar inferencia. | Los alumnos jugaron; fundamental para el desarrollo de la ZDPr según Vygotsky [44, p. 5] | Analizaron diversas formas de construcción de los cráteres dependiendo de la fuerza del lanzamiento, forma del objeto y velocidad de impacto. “Creo que eso sucede en la luna” |

| | | |
|---|---|---|
| Aprendizaje por medio de la interacción, potenciando la ZDPr. | Interacción de objetos físicos y la utilización de procesos de análisis utilizados por la ciencia. [40, p. 40] | se evidenció elaboración de hipótesis y análisis para llevar acabo el desarrollo de la propuesta “Nosotros hicimos todo y luego pruebas”, “ya sabemos que es lo que se hace, lo que se puede utilizar y lo que no” |
| Implementación de la estrategia didáctica socio-constructivista de fundamentación científica en cráteres lunares, para observar a través del lenguaje el modo de realizar inferencia. | Los alumnos jugaron; fundamental para el desarrollo de la ZDPr según Vygotsky [44, p. 5]. Uso de material sensorio [39]. | Analizaron diversas formas de construcción de los cráteres dependiendo de la fuerza del lanzamiento, forma del objeto y velocidad de impacto. “Creo que eso sucede en la luna” |
| Análisis de imágenes de la Luna | Observación y análisis de las características de las superficies de la Luna. | Ejemplificación: “la superficie de la Luna se parece a una pelota de golf” |

Resultados Zona de Desarrollo Potencial y deducción Zona de Desarrollo Próximo.

El tercer momento de aplicación del instrumento de recolección de información, correspondió al segundo grupo de discusión por medio del cual se analizó la ZDPot, permitió verificar si se había potenciado la competencia de análisis científico logrado por la implementación de la estrategia diseñada, expuesta en el Capítulo 2. A continuación, se presentará la información, luego de aplicar la estrategia socio constructivista de cráteres Lunares. Las categorías de preguntas que se propusieron, se relacionan con: astronomía, objetos astronómicos, Luna, características observadas de la Luna, fenómenos que se dan por acción de la Luna, Cráter, la forma de los asteroides y las formas de los cráteres, zona de impacto de un meteorito o asteroide, impacto de un asteroide, permanencia de los cráteres en la Luna, características de la Luna, análisis sobre imágenes de la Luna y finalmente una serie de elementos de cierre. A continuación, se presentará el análisis relacionado con las categorías de preguntas y respuestas.

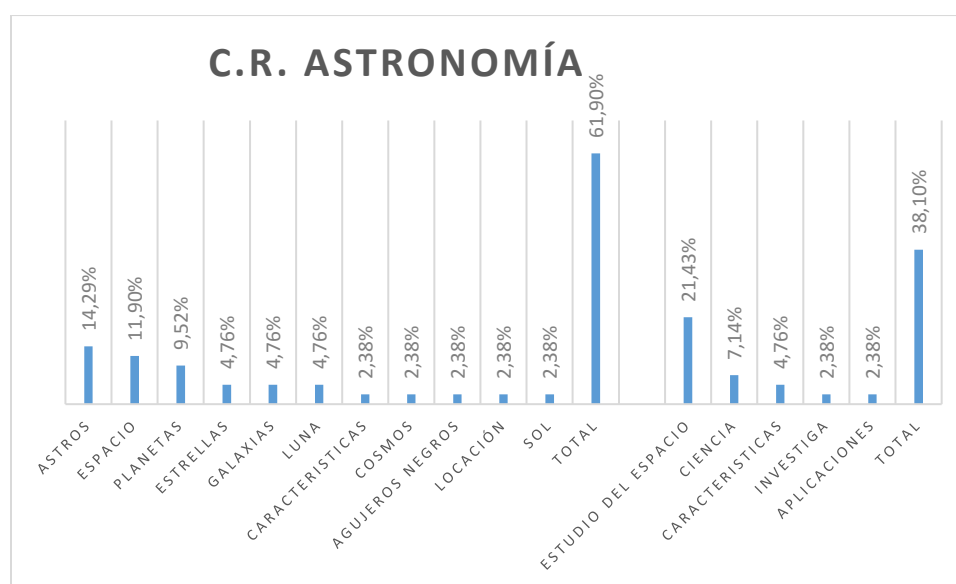


Fig. 19 Categorías de respuesta: Universo (61,09%). Investigación (38,10%).

Luego de aplicar la estrategia para evaluar la competencia de análisis científico alcanzada por los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas, a través de una estrategia didáctica sobre el fenómeno astronómico de los cráteres lunares desde la perspectiva socio-constructivista; surgieron datos que se analizaron respecto al desarrollo de la ZDPot. La

primera categoría de pregunta, relacionada con el entendimiento del concepto de Astronomía (Fig. 19), se describió desde algunos elementos relacionados con el universo, “La astronomía es la ciencia que estudia los astros, sus características y aplicaciones” se presentó, además cómo el área que arroja aplicaciones útiles para el ser humano. Por otro lado, la categoría de respuesta relacionada con investigación se evidenció como una ciencia, la cual estudia el espacio y busca aplicaciones; así “según mis conocimientos la astronomía es el estudio del espacio, y para apoyar sus argumentos usa la física y la ciencia”

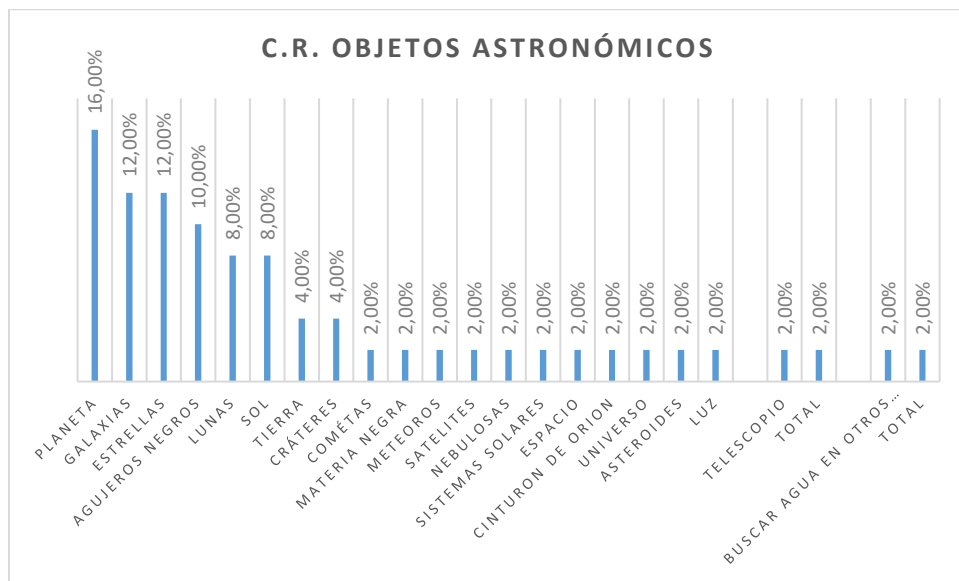


Fig. 20. Categorías de respuesta: Elementos astronómicos (96,00%). Instrumentos(2,00%). Vida en otros lugares del universe (2,00%).

Posteriormente se indagó sobre los objetos astronómicos que se conocían, en ese momento, todos y cada uno de los elementos que fueron mencionados en (Fig. 20), estaban relacionados con la astronomía; por ejemplo “galaxias, estrellas, sistemas solares, hoyos negros, agujeros de gusano, planetas, asteroides, lunas, cometas y materia negra” además se presentó la Tierra. El instrumento principal con el que se relacionó el campo de investigación fue el telescopio. Y se evidenció que uno de los retos, es encontrar agua en otros lugares del universo, entendiendo esta como elemento fundamental para que se dé la vida en otros lugares, por lo menos la vida tal y como se conoce en el planeta Tierra.

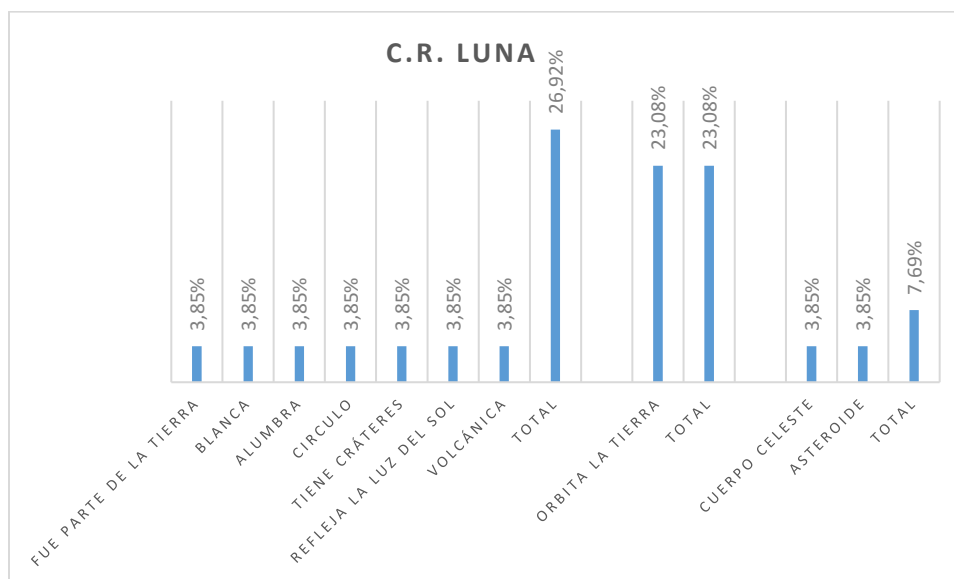


Fig. 21. Categorías de respuesta: Objetos del sistema solar(26,92%). Características generales (23,08%). Características respecto a la Tierra. Objetos del universo (7,69%).

La presente categoría de pregunta (Fig. 21), demostró que la Luna es un satélite, como se enuncia a continuación “la Luna es un satélite natural de la Tierra, que se cree que en algún momento fue parte de la Tierra y ahora solo la órbita”. Surgió el concepto de satélite natural además, que una de las características de la Luna es que cumple con sus ciclos orbitando el planeta Tierra. También es válido el concepto de cuerpo celeste. Desde el inicio se planteó que tiene unas características, las cuales se relacionaron tanto con la forma que se observa de ella como su color y su superficie. Así pues, se demostró que la Luna alumbra o refleja la luz del sol “la Luna es un cuerpo celeste que gira alrededor del planeta Tierra, el trabajo de la Luna es reflejar la luz del Sol, tiene una superficie de aspecto volcánico”.

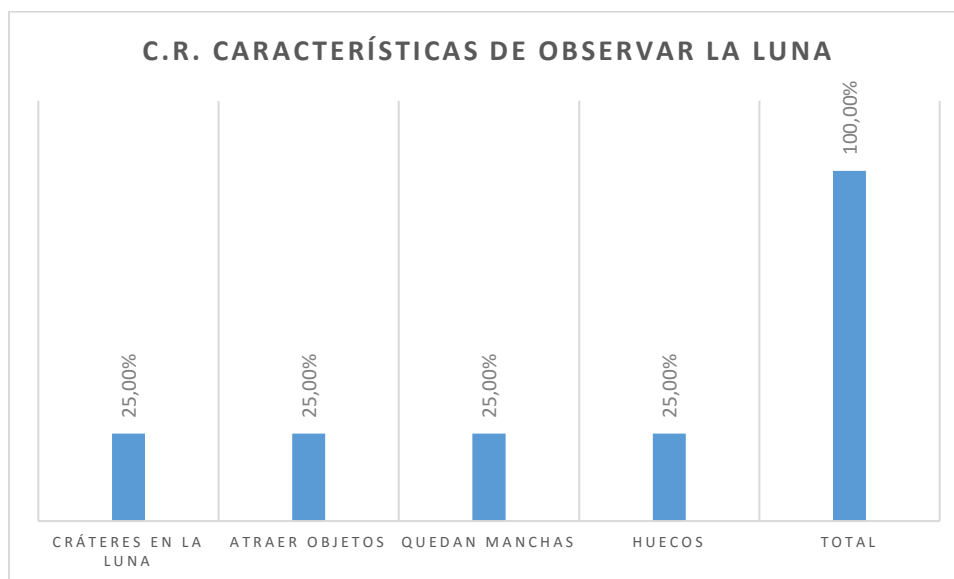


Fig. 22. Categorías de respuesta: Características observadas (100%).

Siguiendo con el análisis de la información relacionada con la ZDPot, se indagó respecto a las características de la Luna (Fig. 22), las cuales en su totalidad se relacionaron con el desarrollo de la habilidad científica de observar. “Las características de la Luna, es mucho más propensa que le caigan objetos” se pudo entender que además actúa como escudo para la Tierra; su campo gravitacional atrae objetos; que de no existir sin duda caerían a la Tierra generando daños por el impacto.

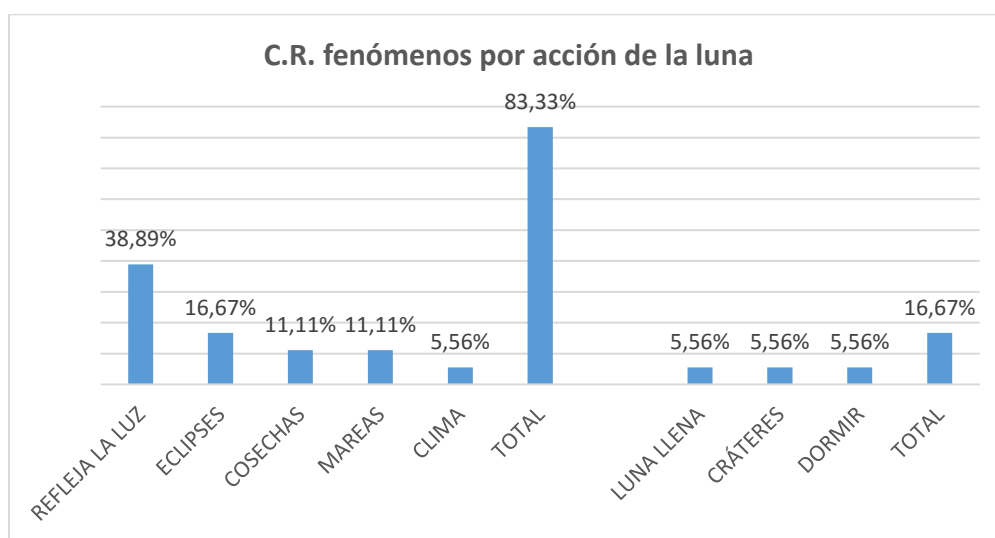


Fig. 23. Categorías de respuesta: Fenómenos Naturales (83,33%). Características (16,67%).

Uno de los fenómenos que se da por acción de la Luna (Fig. 23), podría cambiar el curso completo de la humanidad, está relacionado con la producción de comida “Algunos fenómenos son el agua, el clima, obviamente la luz; dependen de la Luna también, dependen de la época las cosechas en las fincas pueden ser afectadas por que la Tierra puede cambiar por como la Luna afecta a la Tierra”. Por otro lado “por ejemplo a veces la Luna se aleja de la Tierra y eso afecta a los cultivos o que varié su productividad” se comprendió ese concepto que era muy utilizado en la antigüedad en el cual utilizaban las fases de la Luna para definir las épocas de las cosechas.

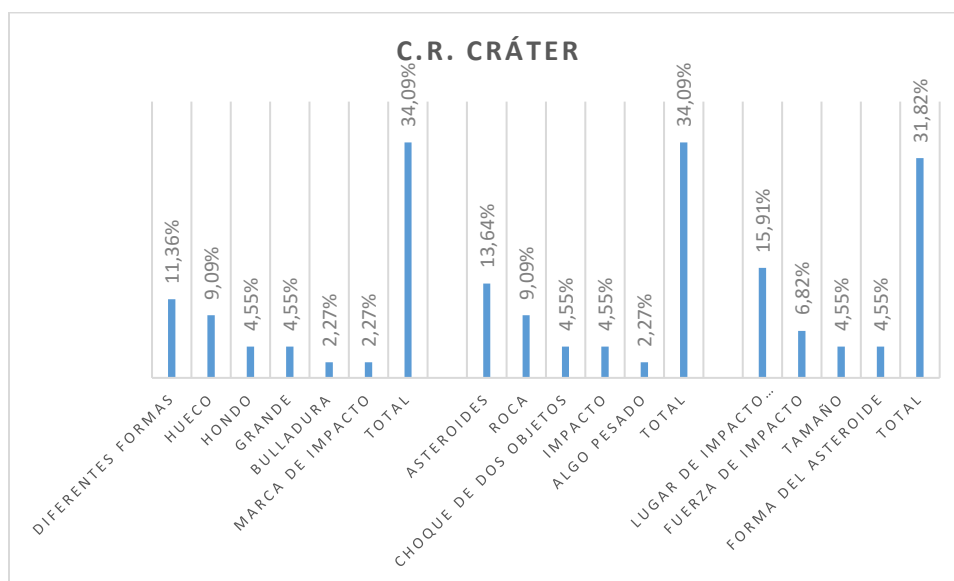


Fig. 24. Categorías de respuesta: Características (34,09%). Causas (34,09%). Lugar de impacto (31,82%).

Para describir lo que es un cráter (Fig. 24), surgieron ejemplificaciones tales cómo “los cráteres son los que quedan después de que un asteroide cae en un lugar, por ejemplo, si chocas un carro contra otro va a quedar la abolladura es lo mismo que la Luna con los asteroides” el utilizar ejemplos para asociar los fenómenos el resultado parcial del desarrollo de las habilidades de pensamiento. Respecto a la permanencia del cráter se expresó “un cráter es un hueco grande pues, dependiendo del tamaño que lo haya hecho, es la respuesta de algo pesado que callo a una superficie”. Se evidenció que son generados, generalmente por asteroides que impactan; por otro lado, se presentó que “un cráter es el resultado de un asteroide, si el asteroide cae en la superficie se va a formar un hueco que no se va a correr no

se va a cambiar se va a quedar marcado”, también se pudo analizar que sucedía si se daba el impacto en diferentes superficies “una de las características de un cráter que de pronto cuando cae un meteorito en una montaña el impacto puede ser más hondo que en la superficie plana “correlacionando la topología de la superficie con las características propias del cráter.

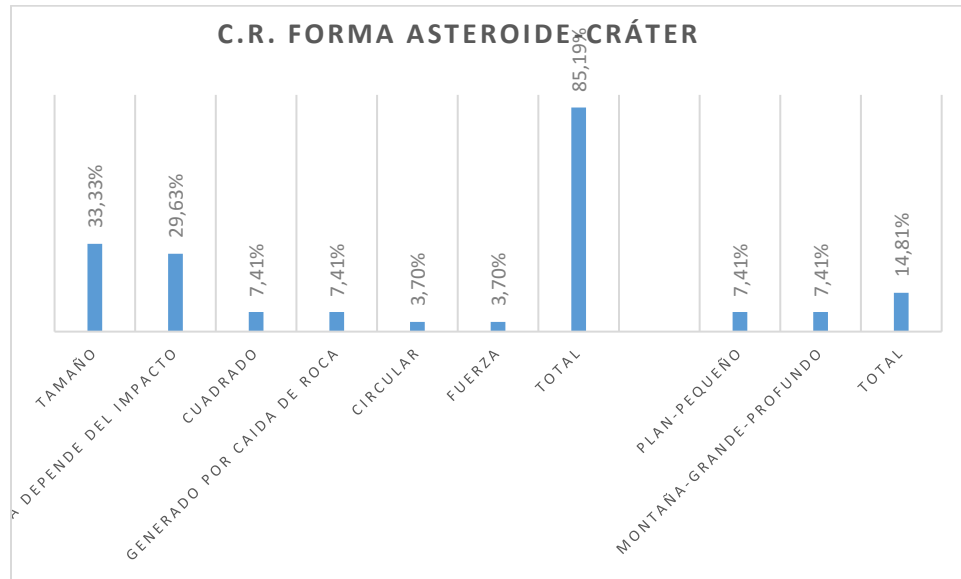


Fig. 25. Categorías de respuesta: Forma generada (85,19%). Superficie de impacto (14,81%).

Al indagar sobre la forma del cráter respecto a la del asteroide que impacto (Fig. 25), se dice que “yo vi que cuando uno tiraba una piedra más cuadrada no bajaba tanto cómo que se quedaba ahí quiera, si uno tiraba una piedra más circular, bajaba un poquito más” lo anterior quiere decir que la forma del cráter es directamente proporcional a la forma del asteroide. Por otro lado se evidenció, que no solo se ve afectado el punto de impacto; “los cráteres si uno tiraba un asteroide más grande y con más fuerza no solo quedaba el cráter, sino que también la harina se movía hacia un lado” y por otra parte se expresó que “el cráter quedaba marcado y fuera de ese quedan como muchos escombros de harina por todas partes” esta última, entendiéndose como cráteres secundarios o sub-cráteres, los cuales se generan obedeciendo a la fuerza y lugar impacto. Básicamente dependiendo de la forma del asteroide y la fuerza con la que se dé el impacto podría tirar más harina alrededor del cráter; se genera atomización y esta a su vez cráteres secundarios.

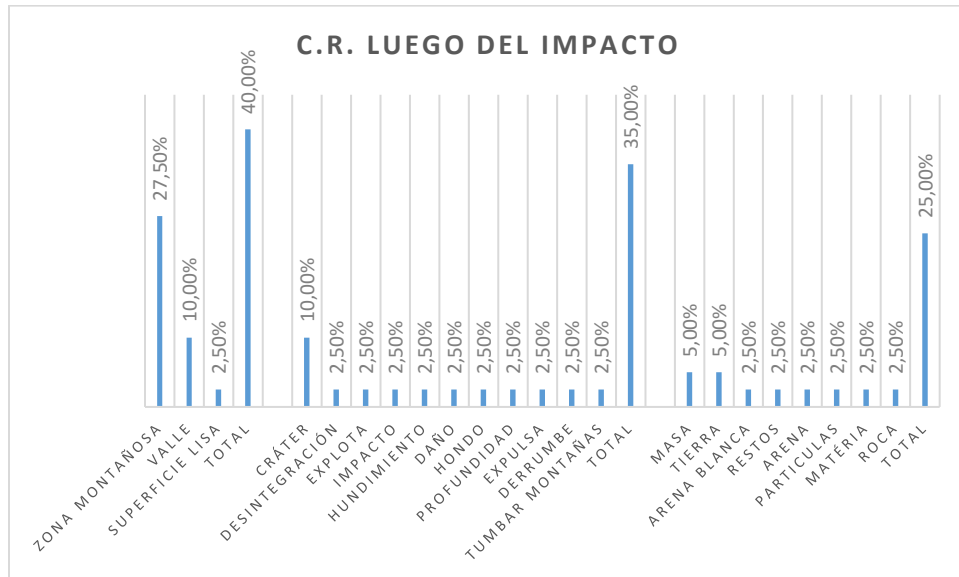


Fig. 26. Categorías de respuesta: Lugar de impacto (40,00%). Genera (35,00%). Expulsa (25,00%).

Ahora al analizar la zona donde se dio el impacto (Fig. 26), la montaña o el valle y respecto a esto se observaron unas características determinadas como se expresa a continuación “yo observe que cuando impactaba en la parte planita, el hueco no iba a ser tan hondo porque no tenía mucha superficie para bajar, pero digamos en la montaña si hacia un hueco grande” observación directa de la práctica desarrollada. En este orden de ideas, fue claro que el impacto genera un cráter; pero de este impacto se generó o una atomización o expulsión de material del lugar de golpe.

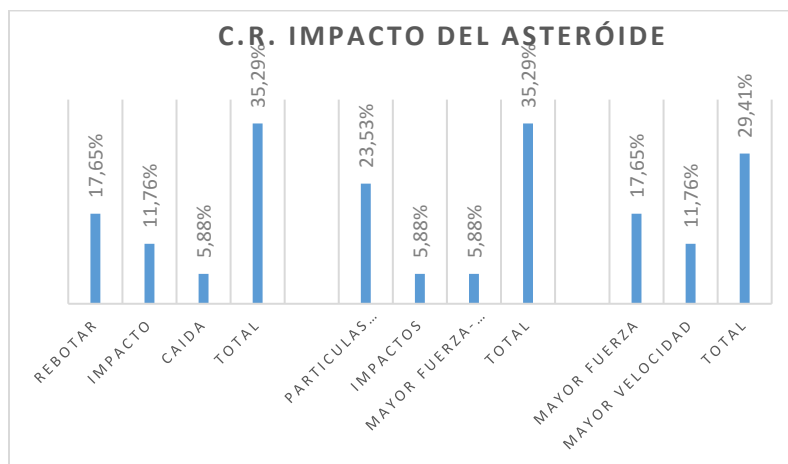


Fig. 27. Categorías de respuesta: Genera (35,29%). Características (35,29%). Afecta otros lugares (29,41%).

Al momento de describirse la ZDPr, respecto al impacto del asteroide (Fig. 27), surgieron diversas categorías relacionadas con la consecuencia del golpe, lo que afectó respecto a la superficie, las partículas que son expulsadas del lugar de convergencia y la relación entre la velocidad, fuerza y forma del cráter. Respecto a lo expulsado del cráter se pronunció “yo pienso que lo que sale del cráter es materia de la roca, porque la roca cuando toca la atmósfera se empieza a desintegrar por que no podría caer algo muy grande” se relacionó la atmósfera terrestre con la atmósfera lunar, pero la Luna exactamente no cuenta con atmósfera, sin embargo, se pudo entender esta apreciación relacionada con el tamaño de las piedras que caen. En otro contexto, respecto al lugar de impacto se tuvo que “si el impacto se da en una zona montañosa se hunde más debido a que es un lugar más débil por así decirlo y cuando cae en una zona valle no recibe tanto daño se hace un cráter, pero no es tan hondo como el de la montaña” en el valle el impacto tuvo mayor área donde distribuirse la energía de impacto por lo tanto el cráter es más pequeño. Respecto a la atomización se dijo que “a mí me pasó no solo con objetos grandes, sino también cuando tiraba objetos chiquitos con fuerza también salen muchas partículas” se distinguió que los factores determinantes en este caso son la fuerza o la velocidad de impacto.

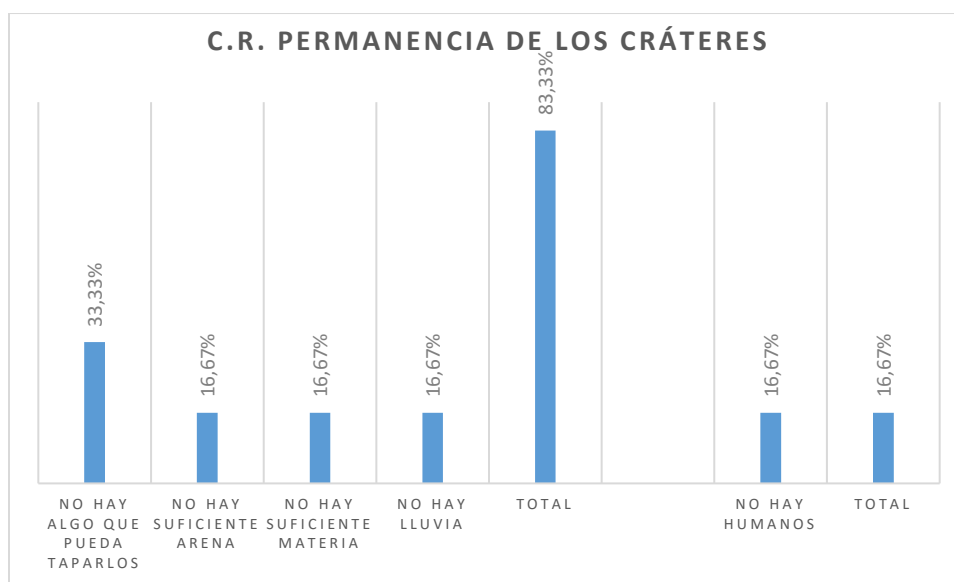


Fig. 28. Categorías de respuesta: Factores naturales (83,33%). Factores humanos (16,67%).

Posteriormente se indagó sobre el porqué los cráteres en la superficie lunar pueden durar por mucho tiempo (Fig. 28), se encontró que “yo creo que no hay la suficiente materia o arena para tapar el cráter que quedó “. Por otro lado se expresó “los cráteres no se borran de la superficie de la Luna porque no tiene lluvia o algo así que pueda regar como en la Tierra y que se tape”. Finalmente apareció el factor humano “por qué no hay humanos

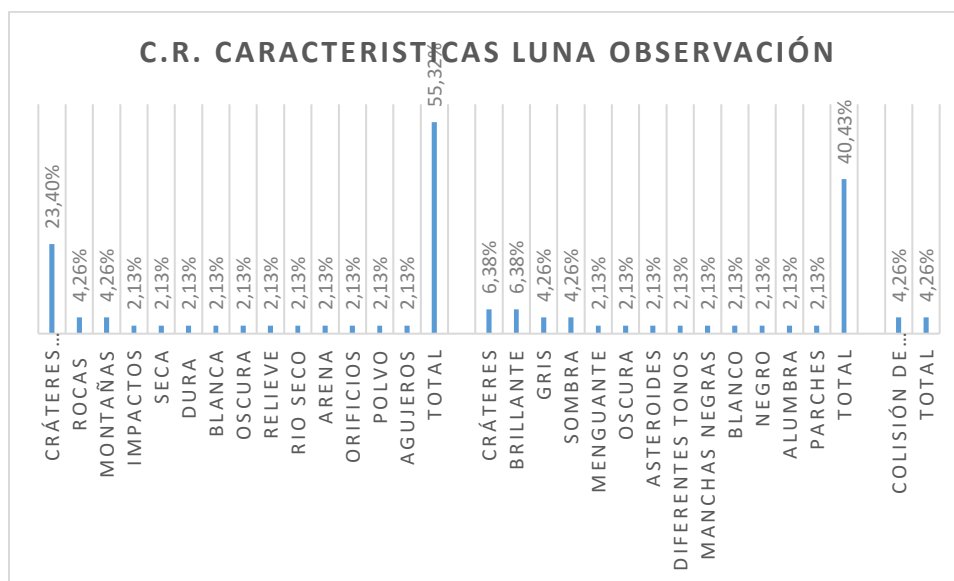


Fig. 29. Categorías de respuesta: Características de la superficie (55,32%). Ópticas (40,43%). Generados por (4,26%).

Respecto a la observación de la Luna (Fig. 29), se opinó que “se pueden observar los diferentes tonos de gris que tiene la superficie de la Luna lo cual sugiere que diferentes tonos están a diferentes alturas ya que ciertos tonos tienen diferentes cantidades de capas de arena, polvo, y rocas. También, se pueden ver muchos cráteres alrededor de la superficie de la Luna significa que un asteroide golpeo ese punto de la Luna creando un agujero en la superficie” se realizó una descripción fundamentada, respecto a la superficie lunar y el impacto que genera un cráter.

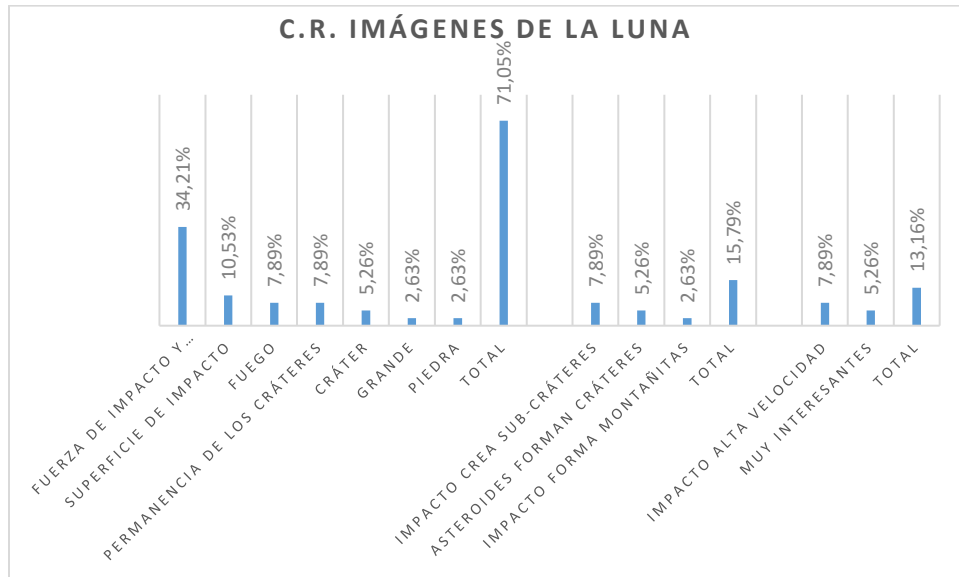


Fig. 30. Categorías de respuesta: Características (71,05%). Generan (15,79%). Asteroides (13,16%).

Respecto a las imágenes presentadas fundamentadas desde (Loaiza, 2004, pág. 5); y las explicaciones de cada una de ellas (Fig. 30), se evidenció que la Luna tiene en su superficie cráteres, es similar a un desierto o un río seco tal como se expresó de manera literal. Se evidenció por otro lado que las variables determinantes para las características de los cráteres son: el tamaño del asteroide, la velocidad de impacto, la fuerza y la superficie donde caiga también, expresaron que los asteroides son interesantes.

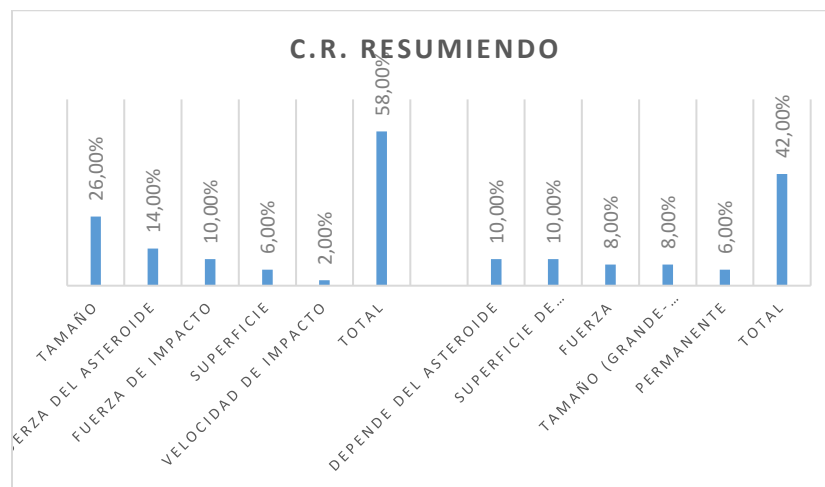


Fig. 31. Categorías de respuesta: Creación de cráteres (58,00%). Forma del cráter (42,00%).

De manera general en (Fig. 31), se expresó “depende mucho de la fuerza y del tamaño como tal del asteroide que vaya a caer y pues como afecta el terreno. Si es muy grande y va con mucha fuerza pues, va a ser un impacto más grande y pues si es con fuerza pequeña el impacto va a ser más pasito” por otras parte se expresó “Los cráteres dependen del peso, del tamaño de la forma del asteroide y también de la superficie en la que está cayendo por que digamos un cráter va a ser más o menos profundo si la superficie es rígida o suave”.

DISCUSIÓN

Luego de analizar la teoría planteada en sus inicios por Vygotsky, describir la zona de desarrollo real de la muestra de estudiantes del Colegio granadino; adjunto con el diseño e implementación de la estrategia de enseñanza y finalmente el analizar el corpus de información, se presentará a continuación la triangulación de estos elementos. Se tomará como catalizador de la discusión, los aportes de la estrategia relacionada con la astronomía respecto al desarrollo de habilidades de pensamiento.

La Astronomía desde la concepción individual, hasta la construcción social

Para iniciar respecto a la categoría de pregunta sobre astronomía; al describir la ZDR, surgieron elementos relacionados con la concepción cultural de cielo; creencias tales como, en el cielo es donde se crean las tormentas. Si se llegara a tomar el cielo como el lugar donde se dan las tormentas, el cielo quedaría relativamente cerca de la superficie terrestre, pues, las tormentas se dan en una zona de la atmósfera denominada troposfera. Por otro lado, los colores de las nubes, azul y gris; para los escolares constituyó una de las categorías de respuestas, se evidenció, la asimilación de conceptos desde la cultura, de acuerdo con Vygotsky (Vygotski, Kozulin, & Abadía, 1995, pág. 66); puesto que surgieron en las definiciones, características comunes en la forma en que culturalmente se comprenden los sistemas astronómicos. En comparación con la ZDPot; donde desapareció la categoría de respuesta relacionada con el cielo. Por otra parte, en la ZDPot; surgió la astronomía como una ciencia, el estudio del universo; la cual se encarga de investigar, mover los límites del conocimiento en el ámbito planetario. Por su parte, la categoría de universo; evidenció en la ZDPot disminución en cuanto al número de objetos astronómicos mencionado, respecto a la ZDR; en la primera categoría aparecieron, algunos elementos más centralizados por ejemplo la locación, la cual en el contexto se entendió como la posición ocupada por cada elemento astronómico. Se debe resaltar, en un primer momento de la investigación apareció el concepto de la búsqueda de vida en otros lugares del cosmos, si bien no apareció en la tercera parte de la investigación (ZDPot); intrínsecamente, se pudo relacionar con el campo de la investigación del universo. La ZDR arrojó datos para entenderse desde una perspectiva en la cual aún se entendía la Tierra como centro de objetos tales como el Sol; la anterior se

denominó geocentrismo; teoría que predominaba en las creencias de culturas antiguas, fue Copérnico en el s. XVI, quien propuso el Heliocentrismo con esta teoría se dio inicio al cambio de paradigma, luego de la interacción entre los estudiantes, no se evidenció la perspectiva ya abolida en la historia de la ciencia, la Tierra como centro del universo. Luego de la aplicación de la estrategia didáctica, surgió el hecho de astronomía como ciencia, y que utiliza la física para apoyar sus argumentos, se entiende que describe leyes o principios fundamentados utilizando como herramienta de análisis la matemática. De donde se infirió, una relación entre ciencias para obtener resultados comprobables y reproducibles.

Apropiación de los objetos que conforman la astronomía, en la metodología del pequeño grupo

En segundo lugar, se analizó la categoría de pregunta relacionada con los objetos astronómicos. Diferenciando, esta categoría entre la ZDPot y la ZDR tuvo un incremento del 14.37% hasta llegar al 96.00% de las respuestas coherentes con elementos de la astronomía. Se pudo observar que la homogeneidad en cuanto a los resultados se explicaron desde las interacciones que tuvieron entre pares, se evidenció de este modo lo presentado por Ledesma en (Ledesma, 2014, pág. 130); donde la ZDPot abarca los aspectos modificables y permite crecer con la ayuda de mediadores. Respecto al aumento porcentual; no solo aumentó la frecuencia; también, incrementó la cantidad de objetos astronómicos mencionados, el aumento fue de seis exactamente. Y una de las nuevas categorías de respuesta fue la Tierra; en el orden de las ideas, fue acertado entender el planeta Tierra como parte del universo en vista que es el punto de referencia o punto de inicio para la exploración espacial. Para ilustrar, se puede realizar observación desde un satélite lanzado al espacio, pero también se puede realizar observación desde la Tierra con telescopios de gran alcance, lo que conlleva a la importancia de entender la Tierra como parte de un sistema universal. En coherencia con lo anterior y al analizar la ZDPot; reveló que un objetivo es encontrar agua en otros lugares; en último lugar, lo que conllevaría seguramente a encontrar vida; una vida fundamentada en la que se conoce en la Tierra.

La Luna que transita de planeta a cuerpo celeste, mediado por el lenguaje

Avanzando, en tercer lugar, se analizó la Luna como categoría de pregunta. Respecto a la ZDR; a continuación un ejemplo de la importancia que tienen el lenguaje como función mediadora de la actividad cognoscitiva, como aparece en (Loaiza, 2004, pág. 4); la utilización de términos que para nada están relacionados con definición de luna; tales como: planeta o estrella. Por otro lado, la zona mencionada previamente quedó marcada por la percepción de que la noche y la Luna tienen una relación directa; en ese orden de planteamientos, cabría preguntar, respecto a lo que sucede en las noches en que la Luna no se ve en la bóveda celeste; puesto que lo arrojado enmarcó ambos fenómenos (Luna-noche) ligados de manera directa; efectivamente, el lenguaje es un mediador para que se desarrolle el aprendizaje; el lenguaje analizado entre pares en el desarrollo de las actividades; y con el profesor en el momento de las indicaciones y aclaraciones o preguntas. Por otro lado, el concepto de satélite surgió solo hasta el tercer momento de la indagación; satélite como relación directa con la Luna. Es válido aclarar, que la Luna es en sí un satélite natural; resaltando en este punto, la característica de que está orbitando a la Tierra siempre; estos movimientos, son los encargados de generar las variaciones del campo gravitacional terrestre; razón por la que suceden algunos fenómenos por ejemplo las mareas. Respecto a las características propias del satélite, surgió el hecho de que la superficie lunar contenga cráteres; en la ZDR no surgió dicha categoría de respuesta. Adicionalmente, Se expresó de manera directa que la luz que refleja es la luz del sol, no cualquier otra luz o una luz propia de la Luna. Así que se evidenció, en lugar de respuestas como la Luna es opuesto al Sol o es un planeta; surgió el concepto de cuerpo celeste.

La observación como medio para el desarrollo de las habilidades del pensamiento científico de nivel superior

Para continuar, se indagó sobre la habilidad de pensamiento superior, donde una de sus características, entre otras está la de analizar, como se mostró por Zohar en (Hernández Valdebenito, 2017); se indagó sobre las características observadas de la Luna; en este punto de análisis se evidenció claramente el hecho de que el contexto en el cual se desenvuelva el estudiante, el contexto familiar hace parte importante del desarrollo; como se expuso en

(Ledesma, 2014); uno de los estudiantes en la ZDR expresó haber visto previamente cráteres en la Luna, esta observación la realizó por medio de telescopio con su padre según expresó; esta observación previa permitió definir al estudiante como un integrante más capaz; uno de los pares que facilitó potenciar la ZDPr.

En otro momento, las respuestas obtenidas en la descripción de la ZDPot, se enfocaron en las características el 100% de las respuestas están relacionadas con el contacto de la pregunta. Por otro lado, surgió que, la Luna atrae objeto, los asteroides que podrían tener como destino final la Tierra, sin embargo al estar la Luna, ella actúa como un escudo protector. Las respuestas estuvieron más enfocadas en el segundo grupo de discusión; no se fundamentaron desde las características culturales que conocen como las fases, se centraron en las características observadas de manera directa. Contrastando las respuestas desapareció el hecho de que se creía que la Luna era una diferente cada noche. Lo anterior respecto a la cara que se observaba más no al cambio de fase que se da noche a noche. También, respecto a la ZDPot, el 25.00% de las respuestas mencionan el concepto de cráter. Lo anteriormente expuesto encontró coherencia con Ledesma 2014 (Ledesma, 2014, pág. 40) donde, presentó el hecho de la construcción de aprendizaje con base a operaciones mentales, estas como fuentes de poder entre el estudiante y el mediador; a su vez las operaciones mentales permiten la mediación pedagógica para alcanzar los objetivos de la educación.

Desde los eclipses como los más conocidos, hasta las mareas como los más desconocidos fenómenos terrestres por acción de la Luna

Seguidamente, se presenta el análisis sobre la categoría de pregunta relacionada con los fenómenos del planeta Tierra, que son consecuencia directa o indirecta de la existencia del satélite natural terrestre, llamado Luna. Se pudo evidenciar la injerencia que tiene la cultura y el contexto familiar, corroborando así lo planteado por Ledesma (Ledesma, 2014, pág. 31). Respecto a la divulgación de los conceptos científicos, la relación (cultural) debe existir para que la ciencia llegue a una mayor cantidad de personas; sin embargo, es un obstáculo también cuando se van transmitiendo conceptos que no son comprendidos con claridad, o aquellos que no tienen relación con los fenómenos explicados. Lo anterior, puesto que, en la ZDR surgió una explicación en la cual, el estudiante explicó que su mamá le había manifestado

que un temblor se había generado, por acción de la Luna llena; un ejemplo claro, de divulgación cultural puede llegar a ser nociva para la apropiación de conceptos científicos.

En otro contexto se evidenció, avance significativo en cuanto a la ZDR el 83.33%; expresó no conocer fenómenos dados por acción de la luna; en contraparte, en la ZDPot el 100% de las respuestas estuvieron relacionadas con los fenómenos; evidenciando una modificación de conceptos por medio de mediadores como aparece en (Ledesma, 2014, pág. 43), para que se dé el desarrollo lingüístico del sujeto, es necesario la experiencia social y cultural del sujeto, para el caso los mediadores fueron: compañeros de clases más capaces, la practica desarrollada como estrategia pedagógica y el profesor. En ese orden de ideas, respecto a la categoría de respuesta de eclipse, como fenómeno natural por acción de la Luna surgió desde la ZDR, se pudo entender, que el hecho de que el estudiante haya estado presente en momentos en que se han dado los fenómenos, hace que entienda de manera general los elementos que entran en relación para que se dé, culturalmente los eclipses tienen una gran divulgación en medios de comunicación y en la actualidad en redes sociales. En otro contexto, las mareas aparecieron como categoría de respuestas desde el momento que se inicia la descripción de la ZDR sin embargo, se expresó que tenían algo que ver, pero no hubo claridad sobre el por qué o cual era la relación Luna-mareas. Analizando la ZDPot y los fenómenos terrestres relacionados con la luna, surgió la reciprocidad de las fases lunares con la agricultura. El fenómeno en la antigüedad se utilizó, para optimizar los tiempos de siembra, para entender cuál era el momento más apto de obtener las mejores cosechas, en particular pertenece al conocimiento ancestral que ha logrado trascender en el tiempo y que sin duda aún tiene vigencia, este por su parte fue un ejemplo bien logrado, de la interacción de la cultura en cuanto a la divulgación de la ciencia; no entra en conflicto con las creencias culturales ni con la perspectiva científica de la explicación del fenómeno. Por otro lado, cabe expresar la eliminación de la concepción que los temblores son efecto de la luna en la ZDPot.

Aproximación cultural al concepto de cráter

Posteriormente se indagó sobre los cráteres. Respecto a la ZDR, surgió el concepto de cráter desde la perspectiva que es un hueco. Además, la relación recurrente fue el cráter de un volcán. Y luego del desarrollo de la estrategia didáctica; se entendieron los cráteres desde

algunas vertientes diversas he incluso surgieron características; puesto que la intervención les permitió la modelación, fundamental en el proceso de aprendizaje, respecto a lo que se presenta en (López, Matos, & García, 2011, pág. 533) donde, tanto las actividades de práctica como de comunicación son óptimas para ampliar la ZDP. Ahora bien, en cuanto a la ZDPot se logró ver que el concepto fue definido y ejemplificado para expresar de manera más transparente lo que es un cráter; cuando el estudiante utilizó la ejemplificación demostró la mediatización conceptual en otras palabras, el hecho de que un concepto científico se fundamente en otro como se ve en (Loaiza, 2004, pág. 73). Por otro lado, surgió la característica que tiene el cráter respecto al lugar donde se genere, ósea, montaña, roca, tierra. Se presentaron características, sobre la profundidad de los cráteres. Se notó en esta misma zona el cambio de los conceptos de meteoro y cometas por asteroides en la explicación de quienes son los causantes de los cráteres. Dentro de la categoría de respuesta en la ZDPot relacionada con el lugar de impacto se explicó también sobre la fuerza de impacto y velocidad. Esto implica que los estudiantes lograron analizar con mayor detenimiento lo que sucede en cuanto a la generación de cráteres, lo que indagó sobre las características propias de él, pero también sobre las características que tenían quienes, como o donde se generaron los boquetes.

El cráter lunar; desde la comparación de cráter terrestres, la deducción de la práctica y la observación

Seguidamente, aparecieron los cráteres lunares; si bien algunos de los integrantes de los grupos de discusión enfocados en la ZDR, expresaron no conocer lo que era un cráter, algunos otros expresaron características no tan claras en cuanto a lo que era un cráter lunar, incluso se llegó a la afirmación de que es la causa de la colisión de la Luna con otro objeto astronómico como un planeta. Y en un tercer grupo aparecieron aquellos que expresaron que es un hueco y dan características similares a las presentadas en la categoría de respuesta de cráter presentada previamente. En la ZDR, es de resaltar el hecho que relacionaron las características del cráter con las características de la Luna. Se dijo que la sensación de la superficie por ejemplo es carrasposa, entendiendo el estudiante entonces que la superficie de la Luna puede ser en algunos lugares de este modo; similar a lo expresado por Galileo, según

Wilkinson (Wilkinson, 2010, pág. 18). Fueron buenas aproximaciones, puesto que es lógico que si se generó el cráter en una roca el aspecto será similar a la superficie; esta afirmación la demostraron estudios realizados por el Apolo XVI (Adams & McCord, 1973, pág. 175), donde los suelos muestran diferencias en los análisis espectrales y la dependencia de la composición de la superficie. Algo particular que surgió en un primer momento fue el discriminar los cráteres por colores, oscuros, claros o grises; esta relación da indicios de conocer los distintos tamaños que se pueden encontrar y la relación con la reflexión de la luz que llega a la Tierra. Respecto a la ZDPot; o sea, el grupo de discusión posterior a la aplicación de la estrategia pedagógica, socio-constructivista de cráteres lunares arrojó varios elementos; tales como forma del cráter respecto a la forma del asteroide, tamaño profundidad respecto a fuerza de impacto o velocidad de impacto; sub-cráteres, zona de impacto. A continuación, se presentará un análisis más detallado de las características mencionadas previamente.

De lo anterior entonces la ZDPot, evidenció que la forma del asteroide, es quien va a definir la forma del cráter, se mencionó de manera contundente que eso era lo que habían logrado observar de los lanzamientos de los asteroides; se dio por medio de la práctica y siguiendo las indicaciones expuestas en (Vygotski, Kozulin, & Abadía, 1995, pág. 68) donde se enseña la ciencia desde cosas que él no puede ver. Se pudo ver, el hecho de que la interacción grupal permitió a los estudiantes llegar a este tipo de afirmaciones; interacción que permitió el modelar e imitar las características de la Luna; como uno de los niveles de ejecución para que los estudiantes apropien sus estructuras cognitivas según se expone en (López, Matos, & García, 2011, pág. 533) . Respecto a la investigación propuesta por Wilkinson (Wilkinson, 2010, pág. 35) con referencia al tamaño, la fuerza, y la velocidad; denominado bajo impacto energético; la práctica arrojó que estas mismas características tenían implicaciones sobre el orificio generado, pero además del cráter por su parte, tenían injerencia sobre la superficie aledaña donde se generaba el impacto puesto que observaron, en algunos de los impactos realizados y posteriormente analizados, el hecho de que se generaban cráteres secundarios o sub-cráteres; dependiendo de las variables inicialmente mencionadas. Unas variables adicionalmente analizadas, estuvieron relacionados con el terreno de impacto; o sea, si el

golpe se daba: o en roca, o arena, o en un valle o en una montaña; las características que se generaban eran diferentes. En este mismo sentido, no se evidenció razón concluyente respecto al tamaño del asteroide, por que como aparece en (Wegener, 2017, pág. 131); lo que importa no es el tamaño del objeto que impacte, sino la energía desarrollada; no hubo evidencias concluyentes respecto al tamaño del objeto que impacta.

Por otro lado, continuando con el análisis de la ZDPot; surgió la explicación del por qué los cráteres en la Luna perduraban en el tiempo. Algunas de las explicaciones fueron expresadas desde lo que para ellos es lógico por ejemplo el hecho de que en la Luna no llueva, o que no se dé un movimiento de arena o tierra de manera natural, para que se tapen por si solos. Por otro lado, apareció una explicación novedosa, y más lógica aun, transpolando la naturaleza del ser humano con el medio ambiente; acto que se evidencia en la Tierra; y este tiene que ver con que en la Luna no está el hombre, por lo tanto, no hay quien destruya la naturaleza de la Luna que es de manera general llena de cráteres. No llena de cráteres porque sí; sino porque a su vez la Luna, actúa como un protector, un escudo protector para la Tierra, de no ser por la Luna en los millones de años de evolución que ha llevado llegar hasta lo que hoy se conoce como Tierra, serían muchos más la cantidad de cráteres generado en la superficie.

Las representaciones gráficas como fundamento de la ZDPr

Finalmente contrastando las imágenes que se construyeron tanto en la ZDR como en la ZDPot. Las imágenes o dibujos como un tipo de lenguaje escrito según (Loaiza, 2004, pág. 5) desde la perspectiva de Vygotsky. Se evidenció en la primera de las zonas; apareció la superficie con impactos, sin embargo, en las explicaciones que dan de las representaciones gráficas, no necesariamente los denominan cráteres, sin embargo, es una primera noción de que en la Luna hay efectivamente huecos o malformaciones tal como algunos lo llamaron (Fig. 32), (Fig. 33). Por otro lado, surgió la definición de que la Luna brilla, el concepto brilla, o como la característica de que la Luna estuviera generando su propia luz, lo cual no puede ser en vista que la Luna lo que hace es reflejar la luz del Sol según (Wilkinson, 2010, pág. 3); no tiene su fuente propia de combustible. En este contexto de descripción de la ZDR, surgió una característica relevante, relacionando la oscuridad de los agujeros con la profundidad de los mismos. Ahora pasando el momento en que se analizaron los dibujos

relacionados con la ZDPot, apareció de manera directa el concepto de cráter, en otras palabras, se hizo explícito en la explicación respecto a la superficie de la Luna; además se expresó que esta característica es una consecuencia del impacto que han generado los asteroides al chocar a grandes velocidades o con gran fuerza. Lo que quiere decir que, en el tercer momento de la investigación o segundo grupo de discusión; la muestra expresó con confianza características relacionadas con la Luna, características que en el primer momento de la intervención no surgieron. Por sobre todo, coincidieron con las afirmaciones que realizó Galileo Galilei en 1610 respecto a que la superficie es áspera, (Wilkinson, 2010, pág. 18); con base en la misma forma, luego de la aplicación del desarrollo de la práctica algunos escolares expresaron interés por indagar más sobre los cráteres lunares y sus características. Lo anterior es evidencia de la generación de un interés por parte de la muestra para continuar profundizando de manera autónoma en el tema trabajado.



Fig. 32. Manchas y malformaciones de la Luna.



Fig. 33. La Luna como un planeta.

Interpretaciones generales, causadas por la interacción durante el desarrollo de la estrategia de enseñanza diseñada

Para concluir la tercera fase de aplicación de los instrumentos de recolección de información, se pidió a los integrantes que sacaran conclusiones relacionadas con lo interesante, lo que aprendió durante la actividad práctica: de lo que surgieron elementos relacionados con las características que tienen los cráteres, y la forma de los mismos. En cuanto a las características, expusieron cuestiones como el tamaño, la fuerza de impacto que genera el cráter, la superficie donde se dio el impacto y la velocidad de impacto, respecto a la forma del cráter particularmente, expresaron que depende del asteroide, de la superficie donde se dé el impacto, de la fuerza, el tamaño del asteroide y la permanencia en la superficie Lunar.

Por otro lado, se evidenció que la terminología utilizada varió respecto a la utilización coloquial de nombre y la presentada al terminar la intervención; así como lo expreso Vygotsky en (Vygotski, Kozulin, & Abadía, 1995); donde relaciona el material sensorio y el lenguaje como elementos indispensables para la formación de conceptos.

La ZDR se encuadró desde las perspectivas interpretaciones intrapersonales como consecuencia del proceso de aprendizaje que se había desarrollado hasta el momento, además de la relación cultural que se tenía; resaltando en la mayoría de los casos el hecho de tomar de la sociedad los mismos términos así estos no fueran los acordes con el fenómeno real. Ahora bien, respecto a la ZDPot; la interacción con compañeros más capaces y el desarrollo de la actividad prácticas por medio de un modelo de ejemplificación, permitieron analizar la importancia del contexto en el que se dé el aprendizaje y medio que se utilicen para permitir el desarrollo de las habilidades. Finalmente respecto a la ZDPr se notó, que la ZDR fue la base para el diseño e implementación de la estrategia de enseñanza y en este mismo horizonte la presente ZDR será el inicio para una futura implementación que conlleve a una nueva ZDPr.

CONCLUSIONES

La relación entre astronomía y socio constructivismo por medio de estrategias didácticas de enseñanza, retan al maestro a ir más allá en el proceso de divulgación, particularmente de la educación en física. Realizar un buen diseño de instrucción, llevará a obtener una actividad de aprendizaje, cuyo resultado será el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en los estudiantes. La importancia de esta investigación, aportará sus resultados a largo plazo, en efecto, se encuentra enmarcada dentro del desarrollo científico y tecnológico que debe propiciar el sistema de educación nacional. Lo anterior, si quiere evolucionar en el campo de la ciencia y la tecnología.

Se potenció la competencia de análisis, utilizando la interacción, la práctica y el razonamiento. Se observó luego de la aplicación de la estrategia, claridad en cuanto a los objetos astronómicos, particularmente entendimiento en cuanto a los cráteres lunares. Se reconocieron las mareas como fenómenos terrestres que son causados por la acción a distancia de la Luna. Se evidenció el análisis usado por los estudiantes para sacar conclusiones. También, se logró analizar, los efectos que genera el choque del asteroide en la superficie al momento de crear el cráter. Por otro lado, el lenguaje se modificó de manera parcial respecto a la temática planteada. Se alcanzó, relacionar aspectos culturales con análisis de la ciencia sin que entraran en controversia.

Se identificaron, los conocimientos que los estudiantes poseían respecto a la astronomía y particularmente en cuanto a los cráteres lunares; este análisis se dio por medio del grupo de discusión, si bien la muestra tenía algunos elementos relacionados con la astronomía y los cráteres lunares, se evidenció que la cultura, el contexto familiar tienen implicaciones directas en el desarrollo del estudiante; por ejemplo, nombraron de modo erróneo elementos: la Luna definida como un planeta. Por otro lado, situaciones en las cuales no se tenían conocimiento respecto a los fenómenos que son generados en la Tierra por causa de la Luna. El conocer las características permitió diseñar una estrategia didáctica socio constructivista que ayudó a desarrollar la habilidad de análisis, relacionada con el pensamiento científico.

Respecto a la descripción de la ZDR del contexto de estudio, se diseñó la estrategia socio-constructivista de cráteres lunares para evaluar el pensamiento científico en cuanto a la competencia de análisis. La aplicación de la estrategia planteó desarrollar de modo tal que los estudiantes interactuaran con objetos físicos, a pesar de que el pretexto investigativo fue la Luna y sus cráteres, la propuesta utilizó materiales que permitieron la manipulación como mediador en el proceso de aprendizaje. Por otro lado, se planteó el contexto de los pares, y el profesor como elementos fundamentales en la estrategia didáctica para permitir en conjunto avanzar hacia la ZDPr.

Se implementó la estrategia diseñada, en la cual la interacción con objetos físicos y en complemento con los pares, se describió por medio del lenguaje las características que se iban observando, analizando respecto a la práctica. Observaciones que llevaron a mejorar los conceptos utilizados, relacionar las características que tendría un cráter en la Luna según la velocidad de impacto, la fuerza y el lugar de impacto.

Para describir la ZDPot, se analizó la interacción; la cual facilitó que los estudiantes conocieron de manera general conceptos respecto a los cráteres lunares; contexto que logró generar la interacción propuesta entre pares. Se analizó el lenguaje que se utilizaba, las características que analizaban en cada uno del lanzamiento, los razonamientos que se generaban y la construcción y demostración de hipótesis por medio de la práctica.

Al analizar la distancia, entre la ZDR por medio del grupo de discusión inicial y la ZDPot descrita luego de implementar la actividad; y aplicar el segundo grupo de discusión, se logró inferir la ZDPr de los estudiantes del colegio de Granadino del municipio de Villamaría, Caldas. En este aspecto, se logró ver que los conocimientos expresados tendían a ser homogéneos. Respecto a los términos que se utilizaban, fueron más adecuados para cada objeto que enunciaban. Ahora bien, respecto a los fenómenos terrestres por acción de la luna, se logró entender la implicación que para la Tierra tiene la interacción gravitacional. Además, dedujeron el hecho de que la fuerza, la velocidad y el lugar donde impacta un meteorito son las variables que definirán la forma del cráter que perdura en la Luna.

Al evaluar la forma como se estimuló el desarrollo de la fundamentación científica en los estudiantes, se fundamentan en el hecho de que los integrantes que desarrollaron la estrategia de enseñanza, recurrieron a términos adecuados en el momento de mencionar los objetos. Así mismo, utilizaron la ejemplificación para explicar fenómenos. Por otro lado, se evidenció la construcción de hipótesis y puesta a prueba de las mismas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a otros investigadores, utilizar la astronomía para potenciar las habilidades del pensamiento científico, para dinamizar la enseñanza de la física utilizando la astronomía como medio. Se espera, que se realicen posteriores investigaciones con otros temas diferentes, para este caso podría proponerse la actividad relacionada con el día y la noche, esta práctica inicialmente por que sería para estudiantes en edad similar a la que se aplicó en el presente trabajo, además, complementaría el desarrollo de las habilidades y sería una buena opción en vista que el día y la noche también es un fenómeno con el cual se está interactuando de manera inconsciente.

Además, se sugiere; respecto a la realidad que tienen los estudiantes, por las características de la muestra; por la misma forma como está evolucionando la sociedad, utilizar elementos tecnológicos para contrastar los resultados obtenidos en la presente investigación y definir si efectivamente por medio de la tecnología el estudiante aprende de mejor manera.

Es de resaltar la importancia que juega la interacción de los estudiantes con materiales físicos de modo tal que sirvan para ejemplificar, en caso tal de que no se pueda realizar el fenómeno en tiempo real, como es el caso de los Cráteres lunares.

En una investigación en la cual se tengan una mayor cantidad de personas para realizar la intervención se recomienda aplicar sobre el mismo tópico de estudio practicas diferenciadas y de este modo analizar lo que sucede en cada sub-grupo de estudio.

Bibliografía

- Adams, J. B., & McCord, T. B. (1973). Vitrification darkening in the lunar highlands and identification of Descartes material at the Apollo 16 site. *Lunar and Planetary Science Conference Proceedings*, 4, pág. 163.
- Aranda, T., & Araújo, E. G. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. *Recuperado de: http://www2.unifap.br/gtea/wp-content/uploads/2011/10/T_cnicas-einstrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1.pdf*.
- Baquero, R. (1996). *Vigotsky y el aprendizaje escolar* (2 ed., Vol. 4). (A. G. S.A., Ed.) Aique Buenos Aires.
- Barrantes Clavijo, A. M., & others. (2017). *Diseño De Un Ambiente Bimodal de Aprendizaje De La Astronomía*. universidad Distrital Francisco José de Cladas, Bogotá, Colombia.
- Budnik, F., Morley, T. A., & Mackenzie, R. A. (2004). ESOC's System for Interplanetary Orbit Determination: Implementation and Operational Experience. *18th International Symposium on Space Flight Dynamics*, 548, pág. 387.
- Cardenas, L., Zhang, L., Kells, W., & Coyne, D. (2016). *LIGO Optical Contamination Tests of Hydraulic Fluids*. Tech. rep., LIGO-T030023-01-D. Obtenido de <https://dcc-lho.ligo.org/public/0027/T030023/000/T030023-01.pdf>
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (Junio de 2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13), 41-44.
- Corrochano, D., Gómez-Goncalves, A., Sevilla, J., & Pampín-García, S. (Abril de 2017). Ideas de estudiantes de instituto y universidad acerca del significado y el origen de las mareas. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.
- Cristóbal Aragón, E., & others. (2017). *Desarrollo de habilidades de pensamiento mediante la enseñanza por indagación de contenidos de astronomía en primero de primaria*. Thesis, Universidad de Burgos, Burgos.
- Cuervo-Mongui, A. E. (Enero de 2016). El cine como herramienta pedagógica para la enseñanza de la Física-Cinema as a pedagogical tool for the teaching of physics. *Revista científica*, 13(1), 156-165.
- De Jong, I. J., Pruim, J., Elsinga, P. H., Jongen, M. M., Mensink, H. J., & Vaalburg, W. (Octubre de 2002). Visualisation of bladder cancer using 11 C-choline PET: first clinical experience. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*, 29, 1283-1288. doi:10.1007/s00259-002-0881-7
- Delgado, J. M., & Gutiérrez, J. (1994). *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*. Síntesis. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=T8J8AAAAIAAJ>

- Deslauriers, J. P., & Mendoza, M. G. (2004). *Investigación cualitativa: guía práctica*. Papiro. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=FOM2LQAACAAJ>
- Fernandes, A., Pessoa, A., & Silva, M. R. (Septiembre de 2014). Does astronomy generate economic benefits? Technological innovation seen through the lens of the European Southern Observatory's Very Large Telescope. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 14, 327-345. doi:10.1504/IJTPM.2014.064998
- Galperin, D. J. (2017). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas. Obtenido de file:///D:/Users/Portatil/Downloads/Tesis%20Diego%20Galperin%20.pdf
- Galperin, D., Raviolo, A., Prieto, L., & Señorans, L. (Julio de 2014). Análisis de imágenes presentes en textos de enseñanza primaria: día y noche y movimiento diario del Sol. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1), 121-129.
- Gil Flores, J., & others. (1993). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. *Depósito de investigación Universidad de Sevilla.*, 10(11), 199-214.
- Govender, K. (2007). IYA2009 in Africa—A South African perspective. *CAP2007 Conference Proceedings*, (pág. 120).
- Hamaker, J. (1997). Instrumental Techniques of Aperture Synthesis. *Lecture notes from a NFRA course*.
- Hernández Valdebenito, J. E. (2017). *Propuesta metodológica basada en la indagación científica para el desarrollo de habilidades del pensamiento científico en alumnos de 2° año medio, en la asignatura de Biología en la Unidad dinámica de poblaciones y comunidades en un establecimiento de la ciudad de Los Ángeles*. Universidad de Concepción. Concepción: Universidad de Concepción.
- Hincapié, N. F., & Cañón, I. A. (2016). Diseño de un programa en Python para la enseñanza de la transferencia de órbita de Hohmann. *TED: Tecnó, Episteme y Didaxis*, 39, 81-102.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). GPS: theory and practice, 5th Revised edn. Springer, Wien.
- Howell, S. B. (2006). *Handbook of CCD astronomy* (Vol. 5). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ibarra, J. R. (Diciembre de 2008). La medición del tiempo. *Ingenierías*, 11(41), 15.
- Ibñez, M., Estrada Roca, M. A., & Barbero Sola, I. (Marzo de 2017). Herramientas virtuales de simulación en la enseñanza de la astronomía diurna en futuros maestros de Primaria. *EDUTEC-Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 2017, num. 59, p. 1-14, 1-14.
- Kaiser, M. L., Kucera, T. A., Davila, J. M., Cyr, O. C., Guhathakurta, M., & Christian, E. (2008). The STEREO mission: An introduction. *Space Science Reviews*, 136, 5-16.

- King, M., & Riccio, M. J. (Abril de 2010). Military Satellite Communications: Then and Now. *Crosslink*, 11(1), 40-47.
- Ledesma, M. (2014). *Análisis de la teoría de Vygotsky para la reconstrucción de la inteligencia social*. Cuenca, Ecuador, Ecuador: Universitaria Católica.
- Loaiza, F. R. (2004). Vygostky: Semiotic mediation And zone of proximal development. *Revista Electrónica de Educación y Psicología*, 1(1). Obtenido de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/repes/article/view/5297/2577>
- López, A. D., Matos, A. d., & García, D. H. (Octubre de 2011). El concepto zona de desarrollo próximo y su manifestación en la educación médica superior cubana. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 25(4), 531-539.
- Nutt, R. (2002). The history of positron emission tomography. *Molecular Imaging \& Biology*, 4, 11-26.
- Piper, M., & Galloy, M. D. (2006). *Introduction to IDL*. Boulder, CO: ITT Visual Information Solutions.
- Ramos, A. D. (s.f.). *IMAGEM DIGITAL EM ODONTOLOGIA*. Obtenido de <https://www.escavador.com/sobre/277623507/allan-daniel-ramos#>
- Rivera, S., & Andrea, C. (2016). *La experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento científico*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roca, T. (Diembre de 2009). Astronomía? para qué? *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 72, 7-16.
- Rosenberg, M., Russo, P., Bladon, G., & Christensen, L. L. (Enero de 2014). Astronomy in everyday life. *Communicating Astronomy to the Public Journal*, 14, 30-36.
- Salvador, S. L., Pastrana, M. R., Villalba, L. P., & others. (Junio de 2017). PROPUESTA DE UNA ASIGNATURA DE ASTRONOMÍA EN ENSEÑANZA SECUNDARIA. (U. d. Valladolid, Ed.) *ATLANTE: Cuadernos de educación y desarrollo*.
- Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer análisis de discurso. *Cinta de moebio*, 41, 207-224.
- Sheikh, S. I., Pines, D. J., Wood, K. S., Ray, P. S., & Lovellette, M. N. (3 de 2007). Navigational system and method utilizing sources of pulsed celestial radiation. 197-381. Google Patents.
- Sua, C. A. (Julio de 2014). Ideas, preguntas y explicaciones de los niños sobre el cielo de Bogotá. *Nodos y Nudos*, 4(24), 208-217.
- Tarquino Cabra, E. M., & others. (2017). *Desarrollo de Procesos de Investigación en la Escuela a Partir de la Astronomía*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

- UNAWA, U. A. (s.f.). *Educational Astronomy Project awarded grant of 1.9 Million Euros*. Obtenido de <https://www.unawe.org/press/UNAWA1102/>
- Velásquez Ruiz, M. M., & others. (2017). *Las niñas, los niños, la escuela y el cosmos. Configurando un laboratorio de astronomía con las niñas y los niños en la escuela rural La Cruz del Porvenir*. Ph.D. dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Medellín, Colombia.
- Vygotsky, L. (1979). Interacción entre aprendizaje y desarrollo. *e-uaem. espacio de formación multimodal.*, 123-140.
- Vygotski, L. S., Kozulin, A., & Abadía, P. T. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. (Fausto, Ed.) Paidós Barcelona.
- Wegener, A. (2017). El origen de los cráteres lunares. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(2), 130-150.
- Wilkinson, J. (2010). *The Moon in Close-up: A Next Generation Astronomer's Guide*. Springer Science & Business Media.

ANEXOS

ANEXO 1. GUÍA DE APLICACIÓN CRÁTERES LUNARES

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

FÍSICA Y ASTRONOMÍA

La presente propuesta permitirá potenciar la competencia de análisis científico alcanzada por los estudiantes a través de una estrategia didáctica sobre el fenómeno astronómico de los cráteres lunares desde la perspectiva socio-constructivista.

LISTA DE MATERIALES

- Harina.
- Un recipiente plástico, puede ser una botella de gaseosa de la más grande que encuentre.
- Cinco objetos de diversas formas y tamaños tales como piedras, canicas.
- Celular o Tablet

Fase I

Para iniciar, se conformaran grupos de trabajo de máximo cuatro estudiantes, si la cantidad de estudiantes lo permite que sean grupos no superior a tres integrantes.

Cuando ya se encuentren los grupos en lugares definidos, se les pedirá que pongan la harina en cada uno de los recipientes, en este momento la harina se utilizará tal y como haya quedado luego de ponerla en el recipiente (primer superficie de análisis). Luego se pondrá el recipiente en el suelo y posteriormente cada estudiante tendrá la posibilidad de dejar caer uno de los objetos sólidos encontrados mientras; los otros dos integrantes uno graba el momento del impacto y creación del cráter mientras el otro observa el comportamiento de la aplicación. Luego de que se hayan realizado las cinco pruebas con velocidad inicial igual a cero; se pide que realicen la misma actividad con una pequeña variación. Ahora en lugar de dejar caer el objeto, este será lanzado, o sea se le imprimirá una velocidad inicial, y mientras uno de los integrantes del grupo realiza el lanzamiento los otros dos estarán grabando y observando.

Fase II

En la segunda fase del desarrollo de la estrategia, se pedirá a los estudiantes que tomen la harina en el recipiente y la compacten de tal modo que represente la superficie de la Luna con mayor densidad. Luego de compactar deberán repetir la actividad previamente descrita, dejar caer los cinco objetos y luego lanzarlos, también deberá realizarse la observación y la grabación de los fenómenos.

Fase III

La tercera y última parte de la interacción práctica plantea que ahora construyan una superficie que contenga montaña, montículos de harina y valles, una superficie irregular. Y repitan el proceso de caída, lanzamiento, grabación y análisis de la situación. El tiempo acorde para estas tres fases estará en un rango entre 50-60 minutos.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Fase de procesamiento I

Luego de que los estudiantes hayan interactuado en grupo, jugado con el prototipo presentado y desarrollado la práctica, deberán reunirse de nuevo en los grupos, analizar los videos tomados y discutir sobre las observaciones; la interpretación que cada uno le dé a los fenómenos observados serán los que se utilizarán como insumo de discusión, esta discusión y análisis no deberá tener un tiempo de duración mayor a 30 minutos.

Fase de procesamiento II

Luego de que cada grupo haya tenido la posibilidad de discutir sobre lo observado, compartir sus perspectivas se pedirá que en el mismo grupo de trabajo construyan un video donde presenten ejemplos de los diversos momentos de la práctica además, generen explicaciones concluyentes que hayan salido del análisis durante el desarrollo de la actividad además de la discusión grupal planteada.

Presentación y discusión grupal

El video, será presentado a todo el grupo, y basándose en este insumo se realizará una retroalimentación grupal.

RECOMENDACIONES

- De ser posible desarrollar la práctica en un lugar abierto, un patio una cancha; para que en el momento de los impactos la harina que salga desprendida no genere tanta suciedad en el salón o laboratorio.
- Si no se tiene acceso a computador o editor de video, se puede pedir que cada grupo presente un ejemplo y exponga de manera oral las conclusiones y análisis tomadas por el grupo.

ANEXO2. GRUPO DE DISCUSIÓN

Fecha: _____ **lugar:** _____ **hora:** _____

Conducta de entrada: Se realizará una actividad introductoria de enfoque para que los estudiantes disminuyan la tensión que se puede generar al estar en el grupo de discusión.

Introducción: La siguiente intervención tiene como medio el contexto de desarrollo de los estudiantes, en el cual se investigará la relación que tienen los integrantes del grupo respecto a la zona de desarrollo real.

Agradecimientos: sé agradece a los integrantes del grupo por aceptar la invitación y permitir que se analicen sus intervenciones, las cuales intrínsecamente se tomarán como sus creencias y conocimientos.

Objetivo: Identificar los elementos de fundamentación científica presentes en la zona de desarrollo real de los estudiantes del colegio Granadino de Villamaría, Caldas.

Dinámica del grupo de discusión: previo a dar inicio al desarrollo del grupo de discusión se enviará al correo de los estudiantes un link, en el cual encontrarán las preguntas y cuestionamientos que se presentarán a continuación. En este link los estudiantes tendrán la posibilidad de elegir el orden en el que serán desarrolladas las primeras preguntas.

Posteriormente, expresarán las reglas presentes en las actividades; las cuales se fundamentan en el respeto por cada integrante y sus intervenciones, además de la importancia que cobrará el hecho de pedir la palabra y respetar el lugar de cada uno de los compañeros.

Se procederá a proyectar la pregunta elegida por los estudiantes y se iniciarán las intervenciones.

- Según tus conocimientos, que entiendes por astronomía.
- ¿Cuáles objetos astronómicos conoce?
- ¿Qué es la Luna?
- ¿Cuáles son las características de la Luna?
- Las noches que ha podido ver la Luna, que características se pueden observar

- Haga una imagen sobre la Luna y explique los detalles representados
- Conoce fenómenos terrestres que se den por acción de la Luna; si su respuesta es afirmativa, explíquelos.
- ¿Qué es un cráter?
- Según (Fig. 34), (Fig. 35), y (Fig. 36) que características se pueden deducir de la Luna

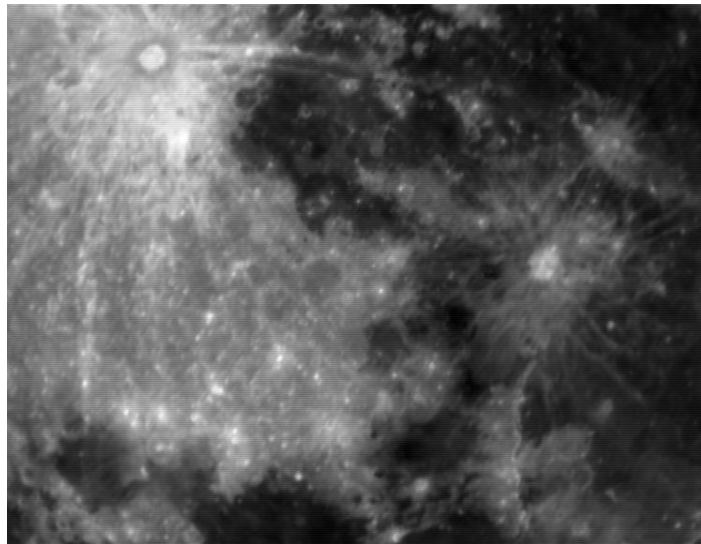


Fig. 34. Cráter lunar.



Fig. 35. Media Lunar, cráteres.

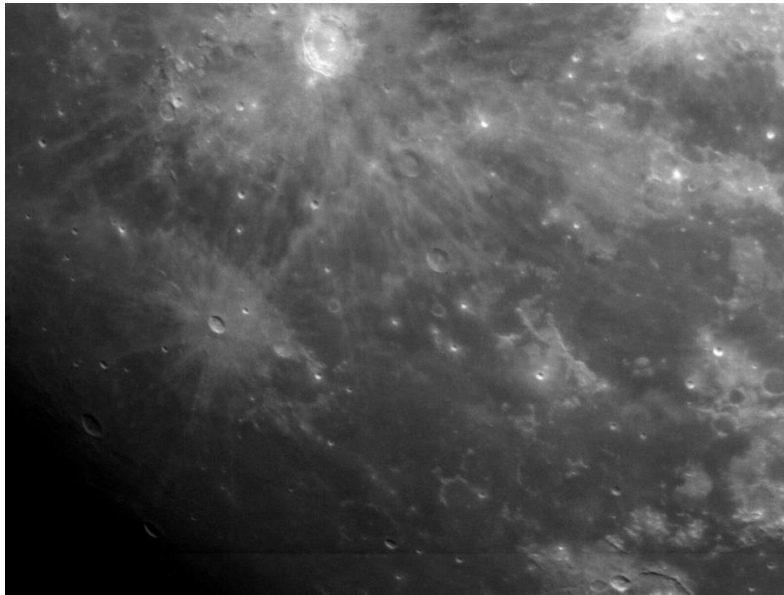


Fig. 36. Superficie-cráteres

ANEXO 3. OBSERVACIÓN PARTICIPANTE

Fecha: _____ Lugar: _____ Número de estudiantes: _____

Nombre de la actividad:

Objetivos:

Pregunta esencial:

¿_____?

Descripción de la actividad:

Elemento de análisis:

Observación del elemento de análisis:

Conclusiones:

Recomendación:
